

30.10.03

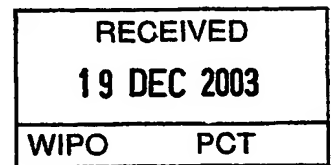
日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日      2 0 0 2 年 1 1 月    1 日  
Date of Application: ,

出 願 番 号      特 願 2 0 0 2 - 3 1 9 7 7 1  
Application Number:  
[ST. 10/C]:      [ J P 2 0 0 2 - 3 1 9 7 7 1 ]



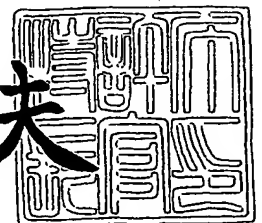
出 願 人      オムロン株式会社  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 2 月    4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 02P00489

【提出日】 平成14年11月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/293

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 古澤 光一

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 福田 一喜

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 仲西 陽一

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 大西 正泰

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 田中 宏和

【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 大西 徹也

## 【発明者】

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801  
番地 オムロン株式会社内

【氏名】 山本 竜

## 【特許出願人】

【識別番号】 000002945

【住所又は居所】 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 801  
番地

【氏名又は名称】 オムロン株式会社

【代表者】 立石 義雄

## 【代理人】

【識別番号】 100094019

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区谷町 1 丁目 3 番 5 号 オグラ天満橋  
ビル

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 雅房

【電話番号】 (06)6910-0034

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038508

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800457

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光合分波器及び光合分波器の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透過波長域が互いに異なる複数のフィルタと光反射面とを対向させることにより、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を構成し、

複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第 1 の光ファイバを、前記導光手段内を導光する複数の波長又は波長域の光に結合させ、

光軸方向が前記フィルタの配列方向にほぼ垂直となるようにして前記導光手段に対して前記第 1 の光ファイバと同じ側に複数本の第 2 の光ファイバを配置し、

前記各フィルタを透過する光の光軸をそれぞれ第 2 の各光ファイバの光軸に変換し、あるいは第 2 の各光ファイバの光軸をそれぞれ前記各フィルタを透過する光の光軸に変換させるためのレンズを第 2 の各光ファイバと前記各フィルタとの間に設けたことを特徴とする光合分波器。

【請求項 2】 前記第 1 の光ファイバと前記導光手段との間の光路途中に反射防止膜を設けたことを特徴とする、請求項 1 に記載の光合分波器。

【請求項 3】 光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段と、

複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第 1 の光ファイバと特定の波長又は波長域の光を伝送させるための複数本の第 2 の光ファイバとが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された光ファイバアレーと、

前記第 1 の光ファイバ及び第 2 の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなるレンズアレーとを備え、

前記第 1 の光ファイバが、前記レンズを介して前記導光手段に結合され、前記第 2 の光ファイバが、各レンズを介して前記各フィルタを通過する光と結合されていることを特徴とする光合分波器。

【請求項 4】 前記導光手段は、透明な基板の表面に前記各フィルタが形成

され、前記透明な基板の裏面に前記光反射面が形成されたものであることを特徴とする、請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 5】 前記導光手段は、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックと、表面に前記各フィルタを複数並べられたフィルタブロックとを接合させたものであることを特徴とする、請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 6】 前記導光手段は、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックと、表面に個々の前記フィルタを形成された複数のフィルタブロックとを接合させたものであることを特徴とする、請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 7】 前記導光手段は、重ねられた一对の透明な基板の間に前記各フィルタが形成され、前記基板のうち裏面側に位置する基板の裏面に前記光反射面が形成されていることを特徴とする、請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 8】 前記レンズアレーは、前記光ファイバアレーの端面に接合一体化されていることを特徴とする、請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 9】 前記レンズアレーと前記導光手段の前記フィルタを形成されている面とを対向させ、前記レンズアレーと前記導光手段との間にスペーサーを介在させたことを特徴とする、請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 10】 前記スペーサーは、前記レンズと一体成形により前記レンズアレーに形成されていることを特徴とする、請求項 9 に記載の光合分波器。

【請求項 11】 前記各フィルタの表面を保護層により被覆したことを特徴とする、請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 12】 前記導光手段、前記レンズアレーおよび前記光ファイバアレーをケース内に納めて封止したことを特徴とする、請求項 3 に記載の光合分波器。

【請求項 13】 一对の透明な基板の間に形成された光反射面と、両透明基板の外面に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら各透明基板内で導光する導光手段と、

複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第 1 の光ファイバと特定の波長

又は波長域の光を伝送させるための複数本の第2の光ファイバとが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された第1の光ファイバアレーと、

特定の波長又は波長域の光を伝送させるための複数本の第2の光ファイバが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された第2の光ファイバアレーと、

前記第1の光ファイバアレーの第1の光ファイバ及び第2の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなる第1のレンズアレーと、

前記第2の光ファイバアレーの第2の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなる第2のレンズアレーとを備え、

前記第1の光ファイバが、前記レンズを介して前記導光手段の両透明基板内部に結合され、前記第1の光ファイバアレーを構成する第2の光ファイバが、前記第1のレンズアレーの各レンズを介して前記導光手段の一方の面に配列されている各フィルタを通過する光と結合され、前記第2の光ファイバアレーを構成する第2の光ファイバが、前記第2のレンズアレーの各レンズを介して前記導光手段の他方の面に配列されている各フィルタを通過する光と結合されていることを特徴とする光合分波器。

【請求項14】 光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、

前記導光手段は、裏面に前記光反射面が形成された透明な基板上に、薄膜状とした前記フィルタを複数並べてフィルタ層を形成する工程と、

前記フィルタ層の表面に透明な別の基板を接合させて前記一對の基板間に前記フィルタを挟み込む工程とにより製造されることを特徴とする光合分波器の製造方法。

【請求項15】 光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、

前記導光手段は、裏面に前記光反射面が形成された透明な基板上に、薄膜状を

した前記フィルタを複数並べてフィルタ層を形成する工程と、

前記フィルタ層の表面を透明な保護層で覆う工程とにより製造されることを特徴とする光合分波器の製造方法。

【請求項 16】 光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、

前記導光手段は、薄膜状をした前記各フィルタを透明なフィルタブロックの上に複数並べてフィルタ層を形成する工程と、

透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックの上に、前記フィルタブロックを接合させる工程とにより作製されることを特徴とする光合分波器の製造方法。

【請求項 17】 光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、

前記導光手段は、薄膜状をした前記各フィルタをそれぞれ透明な複数のフィルタブロックの上に形成する工程と、

透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックの上に、複数の前記フィルタブロックを並べて接合させる工程とにより作製されることを特徴とする光合分波器の製造方法。

【請求項 18】 複数枚の親基板の上にそれぞれ透過波長が異なる前記フィルタを形成し、それぞれの親基板を裁断することによってフィルタが形成された前記フィルタブロックを形成し、透過波長の異なるフィルタを形成された一組のフィルタブロックを前記ミラーブロックの上に並べることを特徴とする、請求項 17 に記載の光合分波器の製造方法。

【請求項 19】 複数枚の親基板の上にそれぞれ透過波長が異なる前記フィルタを形成し、これらの親基板を並べて裁断することにより、透過波長の異なるフィルタを形成された一組のフィルタブロックを形成し、この一組のフィルタブロックをミラーブロックの上に配置することを特徴とする、請求項 17 に記載の光合分波器の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、多チャンネルで小型の光合分波器及び該光合分波器の製造方法に関する。

【0002】

## 【従来の技術】

【特許文献1】 特開昭60-184215号公報

近年、光ファイバケーブルを信号伝送媒体とする光通信が各家庭でも利用できるまで発達してきており、波長の異なる光信号を多重して一本の光ファイバで伝送する波長多重伝送方式を利用した通信網の拡大が進んでいる。これに伴って、波長の異なる複数の光を多重したり、波長多重された光を各波長ごとに分波する光合分波器を小型化し、且つ、低コストで大量生産することが望まれている。

【0003】

図1は、上記特許文献1の第2図であって、光分波器1の構成を示す概略正面図である。図1に示す光分波器1は、ボールレンズ4と光ファイバ2a, 2b, 2c, 2d, 2eを一体化して平行に並べた5本のコリメータ3a, 3b, 3c, 3d, 3e、互いに平行な二面6a, 6cとこれに直交する面6bを備えたガラス体6、ガラス体6の面6a上に並列に配置され、それぞれ特定の波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ 帯域の光のみを透過する干渉膜フィルタ5a, 5b, 5c, 5d、ガラス体6の面6cに密着した反射ミラー7から構成されている。

【0004】

この光分波器1では、コリメータ3aから出射されてガラス体6に入射した光ビーム（波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ を多重した光）は、ガラス体6の面6bで全反射し、さらに面6c（反射ミラー7）で全反射して、フィルタ5aに入射する。このフィルタ5aを透過した波長 $\lambda_1$ の光は、コリメータ3bに入射するので、光ファイバ2bの光出射端からは波長 $\lambda_1$ の光を取り出すことができる。また、フィルタ5aで反射した光は、さらに反射ミラー7で全反射して、フィルタ5bに入射し、フィルタ5bを透過した波長 $\lambda_2$ の光がコリメータ3bに入射する



。この様にフィルタ 5 a ~ 5 c と全反射ミラー 7 とで反射を繰り返しながら分波が進み、フィルタ 5 a, 5 b, 5 c, 5 d を透過した光  $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ ,  $\lambda 4$  を、それぞれ光ファイバ 2 b, 2 c, 2 d, 2 e の光出射端から取り出すことができる。

#### 【0005】

しかしながら、図 1 に示す光分波器 1 では、コリメータ 3 a から出射した光をガラス体 6 の面 6 a に向けて斜めに入射させなければならないので、分波する数（あるいは、光ファイバの本数）が増えるほどコリメータ 3 a からガラス体の面 6 a までの間隔が長くなり、光合分波器 1 が大型化してしまうという問題があった。また、コリメータ 3 a ~ 3 e とガラス体 6 の設置位置を定めたり、複数のフィルタ 5 a ~ 5 d を一枚ずつ精度良くガラス体 6 に貼り付けたり、ミラー 6 b を精度良くガラス体 6 に形成する、といった製造工程が煩雑であったため、生産効率を向上させることができず、コストを低減させることが難しかった。

#### 【0006】

##### 【発明の開示】

本発明は上記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、多くの波長又は波長域の光に分波し又は多くの波長または波長域の光を合波する多チャンネル型の、小型で安価な光合分波器及び該光合分波器の製造方法を提供することにある。

#### 【0007】

請求項 1 に記載の光合分波器は、透過波長域が互いに異なる複数のフィルタと光反射面とを対向させることにより、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を構成し、複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第 1 の光ファイバを、前記導光手段内を導光する複数の波長又は波長域の光に結合させ、光軸方向が前記フィルタの配列方向にほぼ垂直となるようにして前記導光手段に対して前記第 1 の光ファイバと同じ側に複数本の第 2 の光ファイバを配置し、前記各フィルタを透過する光の光軸をそれぞれ第 2 の各光ファイバの光軸に変換し、あるいは第 2 の各光ファイバの光軸をそれぞれ前記各フィルタを透過する光の光軸に変換させるためのレンズを第 2 の各光ファイバと前記各フィルタとの間に設けたことを特徴としている。

## 【0008】

請求項1に記載の光合分波器は、第1及び第2の光ファイバに入射する光の光軸を曲げる前記レンズを備えているために、個々の波長又は波長域の光を伝送する前記第2の光ファイバの光軸と前記フィルタとをほぼ垂直に配置することができ、分波または合波する波長又は波長域の光が増えても小型の光合分波器にすることができる。

## 【0009】

請求項1に記載の光合分波器の請求項2の態様にあつては、前記第1の光ファイバと前記導光手段との間の光路途中に反射防止膜を設けたことを特徴としている。

## 【0010】

請求項2に記載の光合分波器は、請求項1に記載の光合分波器を分波器として使用する際に、前記第1の光ファイバから出射した光の前記導光手段の表面での反射によるロスを低減させることができる。この反射防止膜は、その表面と前記各フィルタの表面とが同じ面になるように、前記各フィルタと並列に配置してもよく、異なる面に配置しても良い。

## 【0011】

請求項3に記載の光合分波器は、光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段と、複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第1の光ファイバと特定の波長又は波長域の光を伝送させるための複数本の第2の光ファイバとが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された光ファイバアレーと、前記第1の光ファイバ及び第2の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなるレンズアレーとを備え、前記第1の光ファイバが、前記レンズを介して前記導光手段に結合され、前記第2の光ファイバが、各レンズを介して前記各フィルタを通過する光と結合されていることを特徴としている。

## 【0012】

請求項3に記載の光合分波器は、前記第1の光ファイバで複数の波長又は波長

域の光を伝送させて前記レンズアレーの1つのレンズに入射させ、該レンズから導光手段に向けて光を出射させ、前記導光手段のフィルタと反射面とで光を反射させながらフィルタを透過した各波長又は波長域の光をそれぞれ前記レンズアレーの異なるレンズに入射させ、該レンズを透過した光を第2の光ファイバに入射させて伝送することによって分波した光を取り出すことができる。

#### 【0013】

また、請求項3に記載の光合分波器を合波器として用いるには、前記各第2の光ファイバで波長または波長域の異なる光を伝送して前記マイクロレンズアレーの異なるレンズに入射させ、該レンズを透過した光を導光手段に入射させて、ミラーとフィルタとで反射させながら合波し、該合波した光を前記マイクロレンズアレーのレンズを透過させることによって第1の光ファイバに入射させることによって第1の光ファイバから合波した光を取り出すことができる。

#### 【0014】

請求項3に記載の光合分波器は、前記第1の光ファイバと前記第2の光ファイバとを平行に並べてなる光ファイバアレーを備えており、前記第2の光ファイバだけでなく前記第1の光ファイバの光軸も前記フィルタと垂直に配置されるため、小型の光合分波器にすることができる。また、各光ファイバが一体化されたファイバアレーと各レンズが一体化されたレンズアレーを用いることによって、光合分波器の組み立てを容易にすることができる。

#### 【0015】

請求項4の実施態様による請求項3に記載の光合分波器の前記導光手段は、透明な基板の表面と裏面にそれぞれ前記各フィルタと前記光反射面が形成されたものであることを特徴としている。

#### 【0016】

請求項4に記載の実施形態によれば、前記導光手段に用いる基板が一層（一枚）だけなので導光手段を薄くすることができ、光合分波器を小型化することができる。

#### 【0017】

また、請求項5の実施態様による請求項3に記載の光合分波器の前記導光手段

は、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックと、表面に前記各フィルタを複数並べられたフィルタブロックを接合させたものであることを特徴としている。

#### 【0018】

請求項5に記載の実施態様によれば、ミラーブロックとフィルタブロックとを別々に製造して透明な接着剤で接着するなどして接合するので、光合分波器の導光手段の製造が容易になる。

#### 【0019】

また、請求項6の実施態様による請求項3に記載の光合分波器の前記導光手段は、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックと、表面に個々の前記フィルタを形成されたフィルタブロックを複数個接合させたものであることを特徴としている。

#### 【0020】

請求項6に記載の実施態様のよう、それぞれ特定の波長又は波長域を透過するフィルタを表面に形成したフィルタブロックを透過波長毎に並べてミラーブロック上に透明な接着剤で接着するなどして接合すれば、光合分波器の導光手段の製造工程が容易になる。

#### 【0021】

また、請求項7の実施態様による請求項3に記載の光合分波器の前記導光手段は、重ねられた一対の透明な基板の間に前記各フィルタが形成され、前記基板のうち裏面側に位置する基板の裏面に前記光反射面が形成されていることを特徴としている。

#### 【0022】

請求項7の実施態様によれば、二枚の透明基板の厚みを調整することで、第1の光ファイバと第2の光ファイバ間の間隔と第2の光ファイバどうしの間隔を調整できるので、光合分波器の導光手段内での光路を正確に設計することができる。

#### 【0023】

請求項8の実施態様による請求項3に記載の光合分波器の前記レンズアレーは

、前記光ファイバレーの端面に接合一体化されたものであることを特徴としている。

**【0024】**

請求項8の実施態様のようにレンズアレーがあらかじめ光ファイバレーに一体化されていれば、光合分波器の組み立てが容易になる。

**【0025】**

また請求項9の実施態様による請求項3に記載の光合分波器は、前記レンズアレーと前記導光手段の前記フィルタを形成されている面とを対向させ、前記レンズアレーと前記導光手段との間にスペーサーを介在させたことを特徴としている。

**【0026】**

一定厚みのスペーサーを介在させるだけでレンズと光反射面との距離を一定に保つことができるので、レンズアレーと光ファイバレーの間隔を調整する手間が省け、光合分波器の製造が容易になる。

**【0027】**

請求項10の実施態様による請求項9に記載の光合分波器のスペーサーは、前記レンズと一体成形により前記レンズアレーに形成されているので、前記フィルタと前記レンズとの高さ方向の位置精度をさらに向上させることができる。

**【0028】**

請求項11の実施態様による請求項3に記載の光合分波器は、前記各フィルタの表面を保護層により被覆したことを特徴としている。

**【0029】**

保護層で被覆することによって、湿気等によるフィルタの特性変化や、傷や汚れの付着を防止することができる。

**【0030】**

請求項12の実施態様による請求項3に記載の光合分波器は、前記導光手段、前記レンズアレー、前記光ファイバレーは、ケース内に納めて封止したことを特徴としている。

**【0031】**

請求項12の実施態様のように、光合分波器をケース内に納めて封止しておけば、特にフィルタ等を湿気から保護することができるので耐久性が向上する。

#### 【0032】

請求項13に記載の光合分波器は、一対の透明な基板の間に形成された光反射面と、両透明基板の外面に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら各透明基板内で導光する導光手段と、複数の波長又は波長域の光を伝送させるための第1の光ファイバと特定の波長又は波長域の光を伝送させるための複数の第2の光ファイバとが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された第1の光ファイバアレーと、特定の波長又は波長域の光を伝送させるための複数の第2の光ファイバが配列され、各光ファイバの光軸が前記フィルタを配列された面とほぼ垂直となるように配置された第2の光ファイバアレーと、前記第1の光ファイバアレーの第1の光ファイバ及び第2の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなる第1のレンズアレーと、前記第2の光ファイバアレーの第2の光ファイバに対向させて配置された複数のレンズからなる第2のレンズアレーとを備え、前記第1の光ファイバが、前記レンズを介して前記導光手段の両透明基板内部に結合され、前記第1の光ファイバアレーを構成する第2の光ファイバが、前記第1のレンズアレーの各レンズを介して前記導光手段の一方の面に配列されている各フィルタを通過する光と結合され、前記第2の光ファイバアレーを構成する第2の光ファイバが、前記第2のレンズアレーの各レンズを介して前記導光手段の他方の面に配列されている各フィルタを通過する光と結合されていることを特徴としている。

#### 【0033】

請求項13に記載の光合分波器は、請求項3に記載の光合分波器2台を光反射面を共有するように対向に配置したような構造の光合分波器である。この光合分波器は、分波又は合波する光の波長又は波長域の数が増えても小型の光合分波器にすることができる。

#### 【0034】

請求項14に記載の光合分波器の製造方法は、光反射面と該光反射面と平行な

面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、前記導光手段は、裏面に前記光反射面が形成された透明な基板の上に、薄膜状をした前記フィルタを複数並べてフィルタ層を形成する工程と、前記フィルタ層の表面に透明な別の基板を接合させて前記一对の基板の間に前記フィルタを挟み込む工程とにより作製されることを特徴としている。

#### 【0035】

請求項14に記載の光合分波器の製造方法によっては、請求項7に記載の光合分波器の導光手段を製造することができる。

#### 【0036】

請求項15に記載の光合分波器の製造方法は、光反射面と該光反射面と平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、前記導光手段は、裏面に前記光反射面が形成された透明な基板の上に、薄膜状をした前記フィルタを複数並べてフィルタ層を形成する工程と、前記フィルタ層の表面を透明な保護層で覆う工程により作製されることを特徴とする光合分波器の製造方法。

#### 【0037】

請求項15に記載の光合分波器の製造方法によっては、請求項4に記載の光合分波器の導光手段を製造することができる。

#### 【0038】

請求項16に記載の光合分波器の製造方法は、光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、前記導光手段は、薄膜状をした前記各フィルタを透明なフィルタブロックの上に複数並べてフィルタ層を形成する工程と、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックの上に、前記フィルタブロックを接合させる工程とにより作製されることを特徴としている。

#### 【0039】

請求項 16 に記載の光合分波器の製造方法によっても、請求項 5 に記載の光合分波器の導光手段を製造することができる。

#### 【0040】

請求項 17 に記載の光合分波器の製造方法は、光反射面と該光反射面に平行な面内に配列された透過波長が互いに異なる複数のフィルタとからなり、光反射面と各フィルタとの間で光を反射させながら導光する導光手段を備えた光合分波器の製造方法であって、前記導光手段は、薄膜状をした前記各フィルタをそれぞれ透明な複数のフィルタブロックの上に形成する工程と、透明な基板の裏面に前記光反射面を形成されたミラーブロックの上に、複数の前記フィルタブロックを並べて接合させる工程とにより作製されることを特徴としている。

#### 【0041】

請求項 17 に記載の光合分波器の製造方法によっては、請求項 6 に記載の光合分波器を製造することができる。

#### 【0042】

請求項 18 に記載の光合分波器の製造方法は、請求項 17 に記載の光合分波器の製造方法において、複数枚の親基板の上にそれぞれ透過波長が異なる前記フィルタを形成し、それぞれの親基板を裁断することによってフィルタが形成された前記フィルタブロックを形成し、透過波長の異なるフィルタを形成された一組のフィルタブロックを前記ミラーブロックの上に並べることを特徴としている。

#### 【0043】

請求項 18 に記載の光合分波器の製造方法によっても請求項 6 に記載の光合分波器を製造することができる。

#### 【0044】

請求項 19 に記載の光合分波器の製造方法は、請求項 17 に記載の光合分波器の製造方法において、複数枚の親基板の上にそれぞれ透過波長が異なる前記フィルタを形成し、これらの親基板を並べて裁断することにより、透過波長の異なるフィルタを形成された一組のフィルタブロックを形成し、この一組のフィルタブロックをミラーブロックの上に配置することを特徴としている。

#### 【0045】



請求項 19 に記載の光合分波器の製造方法によれば、光合分波器の導光手段を大量生産することが可能である。

#### 【0046】

なお、この発明の以上説明した構成要素は、可能な限り組み合わせることができる。

#### 【0047】

##### 【発明の実施形態】

##### (第 1 の実施形態)

図 2 は、本発明の一実施形態である光合分波器 8 a の構造を示す概略分解斜視図である。図 3 は図 2 に示す光合分波器 8 a の光ファイバ 9 a ~ 9 f のコア 9 を通る面における概略断面図であって、分波または合波の様子を説明する図である。また、図 4 は図 2 に示す光合分波器 8 a の概略側面図である。まず、図 2 ~ 図 4 に示す本発明の光合分波器 8 a の構成を説明する。

#### 【0048】

本発明の光合分波器 8 a は、光ファイバ 9 a, 9 b, 9 c, 9 d, 9 e, 9 f を一定ピッチで隙間なく平行に並べて先端にコネクタ 10 を取り付けた光ファイバアレー 11、下面に複数個（図では 6 個）のマイクロレンズ 12 a, 12 b, 12 c, 12 d, 12 e, 12 f を備えたマイクロレンズアレー 14、マイクロレンズ 12 a ~ 12 f とフィルタ層 17 との距離を一定にするためのスペーサー 15 a, 15 b, 15 c, 15 d、表面に AR コート層（反射防止膜）21 が形成されたガラス板などの透明なカバー部材 20、剥離膜 13 とフィルタ 17 a, 17 b, 17 c, 17 d 及びダミーフィルム 18 a, 18 b からなるフィルタ層 17、ブロック体 16、及びミラー層 19 で構成されている。ミラー層 19 は、反射率の高い誘電体多層膜や金属蒸着膜などからなる層である。

#### 【0049】

マイクロレンズアレー 14 と AR コート層 21、フィルタ層 17、及びミラー層 19 は互いに平行になるように配置されている。また、マイクロレンズ 12 a ~ 12 f は AR コート層 21 とできるだけ近接するようにして設置されている。コネクタ 10 内の光ファイバ 9 a ~ 9 f はマイクロレンズアレー 14 に対して垂

直に配置されている。

#### 【0050】

光ファイバアレー 11 の光ファイバ 9 a ~ 9 f には、コア 9 をプラスチッククラッドで皮膜した素線又は、コア 9 回りのガラスクラッドをプラスチックで被覆した素線、若しくはこれらの素線をさらにプラスチックで皮膜した心線など、どのようなものを用いても良い。

#### 【0051】

次に、マイクロレンズアレー 14 の構造と役割を説明する。図 5 は、マイクロレンズアレー 14 の下面図である。マイクロレンズアレー 14 の下面には、光ファイバ 9 a ~ 9 f の断面と同程度の大きさの 6 個のマイクロレンズ 12 a ~ 12 f がほぼ隙間なく形成されている。光ファイバ 9 a ~ 9 f の端面から出射された光はすべてマイクロレンズ 12 a ~ 12 f に入射しなければならない。この条件を満たすよう、次のようにマイクロレンズアレー 14 の厚みを決めるとよい。

#### 【0052】

光ファイバ 9 a ~ 9 f のコア 9 の内部では、クラッドとの界面での反射を繰り返しながら光が伝搬する。このように、コア 9 からクラッドへ透過することなくコア 9 内部で光を伝搬させるためには、クラッドとの界面への入射角が全反射角以上の角度でなくてはならない。クラッド界面への入射角はこのように限定されているので、コア端からの光の出射方向、広がり具合は自ずと決まってくる。したがって、この一定の広がり角を持つ光の断面が、マイクロレンズ 12 a ~ 12 f と同程度の大きさまで広がったときに、または、マイクロレンズ 12 a ~ 12 f と同程度の大きさに広がるまでにマイクロレンズ 12 a ~ 12 f に入射するように、マイクロレンズアレー 14 の厚みを設計すれば、光ファイバ 9 a ~ 9 f が出射した光の全てをマイクロレンズ 12 a ~ 12 f に入射させることができる。

#### 【0053】

また、マイクロレンズ 12 a ~ 12 f は、その光軸が光ファイバ 9 a ~ 9 f の光軸とほぼ一致するように配置設計されており、さらに、次の要件を満たすような形状に設計されていることが望ましい。図 6 は、本発明の光合分波器 8 a 内の光路を示す概念図であって、L1 はマイクロレンズ 12 a ~ 12 f の主平面、L

2はミラー層19の表面（以下ミラー面L2という）、L3はレンズ主平面L1のミラー面L2に対する鏡像である。マイクロレンズ12aは、図6に示すように、光ファイバ9aから出射した光がレンズ主平面L1（マイクロレンズ12a）に入射した後、光線方向を曲げられた平行光となって出射するような形状のレンズであることが望ましい。光線方向の曲げの程度つまりミラー面L2への入射角は後述する理由から10°未満の最適な角度であることが望ましい。

#### 【0054】

また、マクロレンズ12cは、上記のマイクロレンズ12aの出射光がミラー面L2で反射して、斜め下方から入射してきたときに、その光線方向を曲げて光ファイバ9cに効率よく結合するような形状であることが望ましい。この光合分波器8aにおいて、マイクロレンズ12c～12fには同じ入射角で光が入射し、同じ出射角で光を出射すればよいので、マイクロレンズ12c～12fはコリメータレンズを使用して全て同一形状にすることもできるし、集光レンズを使用して最適な焦点距離になるようそれぞれ異なる形状にしておいてもよい。なお、本実施形態においてはマイクロレンズ12bは使用しないため省いておいてもよい。しかしながら、第2の実施形態以降での共用化のため、図2～図5ではマイクロレンズ12bを備えたマイクロレンズアレー14を示している。マイクロレンズ12bもマイクロレンズ12cと同じ形状であればよい。

#### 【0055】

上記の要件を満たすマイクロレンズ12a～12fは、図7(a)(b)に上面図及び正面図で示すように、非球面レンズ25から円形に切り出すことによって得られる。

#### 【0056】

また、この様なマイクロレンズ12a～12fを表面に有するマイクロレンズアレー14は、紫外線硬化樹脂などの未硬化の樹脂に、マイクロレンズ12a～12fの反転パターンを表面に有するスタンプを押圧し、樹脂を硬化させるスタンプ法等によって簡単に成形することができる。また、このスタンプにスペーサー15a, 15b, 15c, 15dの反転パターンも形成しておけば、マイクロレンズ12a～12fとスペーサー15a, 15b, 15c, 15dとを同時に形成

することができる。マイクロレンズ12a～12fとスペーサー15a～15dとを同時に形成できれば、個別に作成したスペーサー15a～15dをマイクロレンズアレー14に接着するよりも製造工程を簡略化することができ、また、マイクロレンズ12a～12fとフィルタ17a～17dとの位置精度も向上させることができる。

#### 【0057】

本発明の光合分波器8aにおいては、図6に示すように光ファイバ9aを出射し、マイクロレンズ12a（主平面L1）を透過し、ミラー面L3で反射された平行光束が、マイクロレンズ12c（主平面L1のうち光ファイバ9cの下方）に入射するように各構成部品が形成され、配置されていなければならない。例えば、光ファイバ9a～9fの配置によってマイクロレンズ12a～12fの配置が定まっており、さらにマイクロレンズ12aの形状からミラー面L2への入射角も決まっている場合には、図6に示すようにマイクロレンズ12aから出射した平行光がすべて光ファイバ9cのミラー面L2に対する鏡像9c'に結合するようにミラー面L2の位置を定めるとよい。マイクロレンズアレー14とミラー層19との間隔の調整は、ブロック体16の厚みとカバー部材20の厚みで調整することができる。

#### 【0058】

また、光ファイバ9a～9fの配置によってマイクロレンズ12a～12fの配置が定まっており、さらにブロック体16やカバー部材20の厚みが決まっている場合には、マイクロレンズ12aの曲げ角度が適当な角度になるようにマイクロレンズ12aを設計するとよい。

#### 【0059】

なお、光ファイバアレー11とマイクロレンズアレー14のアライメントは、光ファイバアレー11とマイクロレンズアレー14との間に未硬化の接着剤を塗布後、硬化させない状態で、各光ファイバ9a, 9b, 9c, 9d, 9eに光を照射して各マイクロレンズ12a, 12b, 12c, 12d, 12eを透過した光の強度を測定しながら位置調整をし、最適な位置で接着剤を硬化させるように行うと良い。

## 【0060】

次に、フィルタ層 17 について説明する。図 8 は、フィルタ 17 a ~ 17 d、ダミーフィルム 18 a, 18 b 及び AR コート 21 の透過波長特性を示す図であって、横軸が波長、縦軸が光の透過率を示している。フィルタ 17 a, 17 b, 17 c, 17 d は、それぞれ波長  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$  を中心とする波長域の光を透過し、それ以外の波長域の光を反射する誘電体多層膜である。また、ダミーフィルム（スペーサー）18 a, 18 b は、例えば薄膜ガラス、石英、透明な樹脂フィルムなど利用する波長域の光をすべて透過する部材である。

## 【0061】

ここで、本発明の光合分波器 8 a のフィルタ層 17 の製造方法を図 9、図 10 を用いて説明する。まず、図 9 (a) に示すガラス等の基板 22 の表面に、スピナーコーターを用いて図 9 (b) に示すように透明物質で非常に薄い剥離膜 13 を成膜する。この剥離膜 13 の物質はポリイミドなど、透明で、薄膜を形成した後に加熱や水との接触、紫外線照射など何らかの条件を与えることによって接触している基板 22 などの他の層から剥離し易くなるような物質であればよい。

## 【0062】

剥離膜 13 の表面には、図 9 (c) に示すように各特性のフィルタ薄膜（誘電体多層膜）27 を形成する。このように基板 22 上に剥離膜 13 とフィルタ薄膜 27 とを形成したものを、必要なフィルタ 17 a ~ 17 d の種類分用意する。また、剥離膜 13 とフィルタ薄膜 27 との合計厚みと同じ厚みで、ダミーフィルム 18 a, 18 b を、透明な薄板ガラス、石英、透明樹脂フィルムなどによって形成しておく。

## 【0063】

次に、図 9 (d) に示すように、基板 22 上のフィルタ薄膜 27 および剥離膜 13 を光合分波器 8 a で使用するフィルタ 17 a, 17 b, 17 c, 17 d の幅に切断する。ここでは、フィルタ薄膜 27 と剥離膜 13 が切断されるとよいので、基板 22 を完全に切断してしまう必要はない。フィルタ薄膜 27 と剥離膜 13 を切断したら、加熱や水との接触、紫外線照射等を行って、図 9 (e) に示すように剥離膜 13 を基板 22 から剥離する。

## 【0064】

次に、ブロック体16の親基板の表面に透明な接着剤を塗布しておいて、裏面に剥離膜13を備えたフィルタ17a, 17b, 17c, 17dとダミーフィルム18a, 18bを図10(f)に示す順番で一枚ずつ並べ、ブロック体16の親基板の表面に接着する。この場合、平板で上面から押圧してフィルタ層17をブロック体16の親基板に密着させるようにするとよい。また、平坦な台の上にフィルタ17a～17dとダミーフィルム18a, 18bとを並べた上から、表面に透明な接着剤を塗布したブロック体16の親基板を押し付けるようにしてフィルタ層とブロック体16とを接着しても良い。この後、ブロック体16の親基板の裏面には、金属薄膜を形成されたシートを貼付するか金属を蒸着してミラー層19を形成すると良い。また、ブロック体16の親基板の裏面に事前にミラーを形成しておいてから、フィルタ17a～17dとダミーフィルム18a, 18bを表面に接着してもよい。

## 【0065】

次に、表面と裏面にフィルタ層17とミラー層19を形成したブロック体16の親基板を、図11に破線で示す部分で切断して図10(g)に示すように個々のブロック体16の形状に切断すれば、フィルタ層17及びミラー層19が形成されたブロック体16を効率よく大量生産することができる。

## 【0066】

また、親基板上のフィルタ層17と、表面にARコート層21を形成したカバー部材20の親基板を透明な接着剤で接着し、その後、図11に示す切断を行えば、さらに効率よく光合分波器8aを製造することができる。また、このように切断前にフィルタ層17をカバー部材20で覆っておけば、切断時にフィルタ層17が汚れたり傷つかず、歩留まりを低下させることができる。

## 【0067】

また、フィルタ層17は図12、図13を用いて説明する以下の方法で作っても良い。まず、図12(a)に示す基板22の表面に、スピンコーターを用いて図12(b)に示すように剥離膜23を形成する。この剥離膜23は、例えばポリイミドなど加熱や水との接触、紫外線照射等によって性質が変化し、基板22

やフィルタ薄膜 27 から剥がれ易くなるような物質であればよい。

#### 【0068】

剥離膜 23 の表面には、図 12 (c) に示すように、各特性の誘電体多層膜からなるフィルタ薄膜 27 を成膜する。このようにフィルタ薄膜 27 を成膜したものを、必要なフィルタの種類だけ用意する。フィルタ薄膜 27 の表面には、図 12 (d) に示すようにさらに剥離膜 13 を成膜する。

#### 【0069】

次に、図 13 (e) に示すように、剥離膜 13 の表面にダイシングテープ 24 を接着し、図 13 (f) に示すように、加熱や紫外線照射等によって剥離膜 23 をフィルタ薄膜 27 から剥離する。このとき、剥離膜 23 をフィルタ薄膜 27 と接着させたまま基板 22 のみを剥離するようにしてもよい。その場合には、フィルタ薄膜 27 を両面から剥離膜 13、23 で覆うことになるため、フィルタ薄膜 27 が傷つきにくくなり、取り扱い易くなる。

#### 【0070】

次に、ダイシングテープ 24 のフィルタ薄膜 27 が形成されている面を上に向け、図 13 (g) に示すようにフィルタ 17a, 17b, 17c, 17d, 17e の幅に切断する。その後、紫外線を照射するなどしてダイシングテープを剥離膜 13 から剥がし、各フィルタ 17a~17e をブロック体 16 上で並べて剥離膜 13 を透明な接着剤によってブロック体 16 に接着する。また、剥離膜 13 とフィルタ薄膜 27 を合わせた厚みと同じ厚みに成膜したダミーフィルム 18a, 18b も、ブロック体 16 の表面に透明な接着剤で接着する。この後、先に説明した製造工程と同様、個々のフィルタ層 17 を形成するような切断を行えばよい。

#### 【0071】

次に、本発明の光合分波器 8a での光の分波について説明する。図 14 は図 3 の一部破断した拡大断面図であって、本発明の光合分波器 8a の分波の様子を説明する図である。波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$  を多重した光を光ファイバ 9a に入射すると、光ファイバ 9a からマイクロレンズ 12a に入射した光は、上述のように、マイクロレンズ 12a によって光線方向を曲げられて平行光となり、AR コート層 21、カバー部材 20 を透過してフィルタ層 17 のダミーフィルム 18

a が配置されている部分に入射する。

#### 【0072】

ダミーフィルム 18 a を透過した光は、さらにブロック体 16 を透過してミラー層 19 の表面で反射し、再びブロック体 16 を透過して、フィルタ層 17 に到達する。フィルタ層 17 のこの位置には、フィルタ 17 a を配置しているので、波長  $\lambda 1$  の光はフィルタ 17 a を透過してマイクロレンズ 12 c に入射し、光軸を曲げられて光ファイバ 9 c に結合される。従って、光ファイバ 9 c の光出射端からは波長  $\lambda 1$  の光のみを取り出すことができる。

#### 【0073】

一方、フィルタ 17 a で反射された光（波長  $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ ,  $\lambda 4$ ）は、ミラー層 19 の表面で再度反射して、フィルタ層 17 に入射する。フィルタ層 17 のこの位置にはフィルタ 17 b を配置しているので、フィルタ 17 b を透過した波長  $\lambda 2$  の光はマイクロレンズ 12 d に入射し、光軸を曲げられて光ファイバ 9 d に結合される。従って、光ファイバ 9 d の光出射端からは波長  $\lambda 2$  の光を取り出すことができる。

#### 【0074】

同様に、フィルタ 17 b で反射された光は、さらにミラー層 19 の表面で反射して、フィルタ層 17 に入射する。フィルタ層 17 のこの位置にはフィルタ 17 c を配置しているので、フィルタ 17 c を透過した波長  $\lambda 3$  の光はマイクロレンズ 12 e に入射し、光軸を曲げられて光ファイバ 9 e に結合される。従って、光ファイバ 9 e の光出射端からは波長  $\lambda 3$  の光を取り出すことができる。

#### 【0075】

同様に、フィルタ 17 c で反射された光は、さらにミラー層 19 の表面で反射して、フィルタ層 17 に入射する。フィルタ層 17 のこの位置には、フィルタ 17 d を配置しているので、フィルタ 17 d を透過した波長  $\lambda 4$  の光はマイクロレンズ 12 f に入射し、光軸を曲げられて光ファイバ 9 f に結合される。従って、光ファイバ 9 f の光出射端からは波長  $\lambda 4$  の光を取り出すことができる。

#### 【0076】

このように本発明の光合分波器 8 a は、多重された光を分波することができる



。また逆に、光ファイバ 9 c ~ 9 d を伝搬してきた波長  $\lambda_1 \sim \lambda_4$  の光を多重して光ファイバ 9 a から取り出すようにすれば、合波器として利用することができる。

#### 【0077】

なお、上記説明では、各フィルタ 17 b, 17 c, 17 d を透過した光がそれぞれマイクロレンズ 12 d, 12 e, 12 f に入射するとしたが、これは、ブロック体 16 の厚み  $w_2$  によって、隣り合うマイクロレンズ 12 c, 12 d, 12 e, 12 f の間隔と、ミラー層 19 での光の反射の間隔  $d_2$  とが一致するように調整しているためである。

#### 【0078】

また、この場合、マイクロレンズ 12 a とマイクロレンズ 12 c との間隔  $d_1$  は、カバー部材 20 の厚みで調整すると良い。このように、本発明の光合分波器 8 a においては、カバー部材 20 に十分な厚みがあり、厚みを調整することによって正確に光路を設計することができるので、光のロスが少ない光合分波器 8 a にすることができる。また、ブロック体 16 の厚み  $w_2$  とカバー部材 20 の厚み  $w_1$  が同じ厚みであるときに、マイクロレンズ 12 a とマイクロレンズ 12 c の間隔  $d_1$  がミラー層 19 での反射の間隔  $d_2$  の二倍になるようマイクロレンズアレー 14 を設計しておけば、ファイバアレー 11 のファイバ 9 a, 9 b, 9 c, 9 d, 9 e, 9 f のそれぞれの間隔が等間隔となり、またブロック体 16 とカバー部材 20 を同一資材で形成することができ、資材調達や加工にかかるコストを低減させることができる。

#### 【0079】

なお、マイクロレンズ 12 a を透過した光のミラー層 19 への入射角度が  $10^\circ$  以下の適当な角度になるようにマイクロレンズ 12 a を設計するとよいことを前述したが、その理由は以下の通りである。ミラー層 19 の入射角度は、そのままフィルタ層 17 への入射角度となるが、この角度が大きすぎると、P 偏光と S 偏光の入射角による透過率の違い（波長依存性損失）が大きくなって、フィルタ 17 a を透過した波長  $\lambda_1$  の光と透過前の波長の  $\lambda_1$  の光の性質が変わることになってしまう。つまり光の再現性が悪い。したがって、ミラー層 19 への入射角度

は大き過ぎてはならないが、逆にミラー層 19 への入射角度が小さすぎると、ブロック体 16 とカバー部材 20 の厚みを厚くして光路長を長くしなければ、マイクロレンズ 12c に光を入射させられなくなり、光合分波器 8a が大型化し、光の減衰も大きくなる。これらを考慮した計算及び実験結果より、ミラー層 19 への入射角は  $10^\circ$  以下の最適な角度にすることが望ましい。

#### 【0080】

本発明の光合分波器 8a は、図 15 の概略断面図で示すようにケーシング 32 に納め、入り口を接着剤 33 で封止して使用するとよい。

#### 【0081】

本発明の光合分波器 8a は、マイクロレンズアレー 14 を備えており、マイクロレンズ 12a ~ 12f によって光の光軸方向を曲げることができる。したがって、多重した光を伝搬する光ファイバ 9a と分波後の光を伝搬する光ファイバ 9c ~ 9f とを平行に並べてなる光ファイバアレー 11 の光出射端面とフィルタ層 17 やミラー層 19 とを互いに平行に配置することができ、分波の数を増やしても小型の光合分波器 8a にすることができる。

#### 【0082】

また、本発明の光合分波器 8a にあつては、カバー部材 20 とブロック体 16 の厚みを調整することによって、分波した光が正確にマイクロレンズ 12c ~ 12f に入射するように設計することができる。

#### 【0083】

##### (第 2 の実施形態)

図 16 は、本発明の別の実施形態による光合分波器 8b の一部破断した概略断面図であつて、第 1 の実施形態で説明した図 14 に相当する図である。フィルタ 17a, 17b, 17c, 17d, 17e はそれぞれ波長  $\lambda 1, \lambda 2, \lambda 3, \lambda 4, \lambda 5$  の光を透過する誘電体多層膜である。フィルタ層 17 は、フィルタ 17a ~ 17e と剥離膜 13 及びダミーフィルム (スペーサー) 18a, 18b で構成されている。フィルタ層 17 は第 1 の実施形態で説明した製造工程によって製造することができる。図 16 に示す光合分波器 8b のうち、第 1 の実施形態で説明した構成と同じ構成部分の説明は省略する。

## 【0084】

本実施形態の光合分波器 8b は、フィルタ層 17 の表面を透明で非常に薄いガラス等のフィルム 20a で覆ってフィルタ 17a ~ 17e を湿気等から保護している。フィルム 20a の表面には AR コート層 21 が形成されている。

## 【0085】

フィルタ 17a ~ 17e は、ミラー層 19 で反射した光がマイクロレンズ 12b, 12c, 12d, 12e, 12f に入射するときのその光軸上に配置していなければならないため、第 1 の実施形態で示したようにフィルタ上のカバー部材の厚みが厚ければ、ブロック体 16 の厚みと、ミラー層 19 への光の入射角から各フィルタ 17a ~ 17e の配置設計をする必要がある。

## 【0086】

しかしながら、本実施形態のように非常に薄いフィルム 20a でフィルタ層 17 を覆っていれば、第一の実施形態の光合分波器よりもフィルタ 17a ~ 17e とマイクロレンズ 12a ~ 12e とを近接させることができる。したがって、マイクロレンズ 12a と対面する位置にダミーフィルム 18a を形成し、マイクロレンズ 12b, 12c, 12d, 12e, 12f と対面する位置にフィルタ 17a, 17b, 17c, 17d, 17e を形成するというように、マイクロレンズ 12a ~ 12f と同じ位置にフィルタ 17a ~ 17e を配置しても、ミラー層 19 で反射した光を各フィルタ 17a ~ 17e に入射させることができる。このように、本実施形態では、第 1 の実施形態で示した光合分波器 8a のようにフィルタ層 17 の配置設計が煩雑ではない。

## 【0087】

また、図 17 に示すように、フィルタ 17a ~ 17e の表面はフィルム 21a 等で必ずしも覆わなくてもよい。ただし、フィルタ層 17 の表面が平坦になるように、フィルム 20a と AR コート層 21 を合わせた厚みは剥離膜 13 とフィルタ 17a ~ 17e を合わせた厚みと同じ厚みにしなければならない。

## 【0088】

(第 3 の実施形態)

図 18 は、本発明のさらに別の実施形態による光合分波器 8c の一部破断した

概略断面図であって、第1の実施形態で説明した図14に相当する図である。図18に示す光合分波器8cのうち、第1の実施形態で説明した構成と同じ構成部分の説明は省略する。フィルタ層17は、フィルタ17a~17eと剥離膜13及びダミーフィルム18aで構成されている。フィルタ層17は第一の実施形態で説明した製造方法で製造することができる。フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eはそれぞれ波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ ,  $\lambda_5$ の光を透過する誘電体多層膜である。マイクロレンズアレー14との高さ調整のために、ブロック体16とマイクロレンズアレー14の間にはスペーサブロック31a, 31bを挟んでいる。

#### 【0089】

本実施形態の光合分波器8cでは、ガラス板などの透明な板28に透明な接着剤を塗布し、その上にフィルタ層17を形成している。フィルタ層17上にはさらに表面にARコート層21を備えたフィルム20aが透明な接着剤で接着されている。このようにフィルタ層17等が表面に形成された透明な板28と、スペーサブロック31a, 31bとをブロック体16の表面に接着し、さらにマイクロレンズアレー14等を接着すれば光合分波器8cが完成する。

#### 【0090】

##### (第4の実施形態)

図19は、本発明のさらに別の実施形態による光合分波器8dの一部破断した概略断面図であって、第1の実施形態で説明した図14に相当する図である。本光合分波器8dにおいて、第1の実施形態で説明した構成と同じ構成部分の説明は省略する。本実施形態の光合分波器8dのフィルタ層17は、フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17e又はARコート層21がガラス等の透明ブロックの表面に形成されてなるフィルタブロック29a, 29b, 29c, 29d, 29e, 29f, 29gから構成されている。フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eは、それぞれ $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ ,  $\lambda_5$ の波長域の光を透過し、それ以外の波長域の光を反射する誘電体多層膜である。

#### 【0091】

次に本実施形態のフィルタ層17の製造方法を図20を用いて説明する。まず

、図 20 (a) に示すように、ガラスなどの透明な基板 22 の表面に各フィルタ特性のフィルタ薄膜 27 を形成する。フィルタ薄膜 27 を表面に形成した基板 22 は、フィルタ 17 a, 17 b, 17 c, 17 d, 17 e の種類だけ用意する。また、フィルタ薄膜 27 と同じ厚みの AR コート層 21 を基板 22 の上に形成したものも用意する。

#### 【0092】

次に、図 20 (b) に示すように、基板 22 の裏面を研磨して基板 22 の厚みをできるだけ薄くし、図 20 (c) に示すように光合分波器 8 d で使用するフィルタ 17 a, 17 b, 17 c, 17 d, 17 e や AR コート層 21 の幅で切断する。フィルタ 17 a ~ 17 e 又は AR コート層 21 が表面に形成された基板 22 を切断したものは、フィルタブロック 29 a ~ 29 g となる。

#### 【0093】

次に、フィルタ 17 a ~ 17 e 付きのフィルタブロック 29 a ~ 29 e 及び AR コート付きのフィルタブロック 29 f, 29 g を、図 20 (d) に示すように順に並べて側面を貼り合わせ、裏面が平坦になるよう研磨すれば、20 (e) に示すようなフィルタ層 17 が完成する。このフィルタ層 17 は、透明な接着剤でブロック体 16 の上面に貼り合わせる。

#### 【0094】

##### (第 5 の実施形態)

図 21 は、本発明のさらに別の実施形態による光合分波器 8 e の一部破断した概略断面図であって、第 1 の実施形態の図 14 及び第 4 の実施形態で説明した図 19 に相当する図である。この光合分波器 8 e において、第 1 又は第 4 の実施形態で説明した構成と同じ構成部分の説明は省略する。フィルタ 17 a, 17 b, 17 c, 17 d, 17 e は、それぞれ波長  $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ ,  $\lambda 4$ ,  $\lambda 5$  の光を透過しそれ以外の波長域の光を反射する誘電体多層膜である。フィルタ層 17 は、このフィルタ 17 a ~ 17 e 又は AR コート層 21 がガラスなどの透明なブロックの表面に形成されてなるフィルタブロック 29 a ~ 29 f で構成されている。

#### 【0095】

図 21 に示すように、本実施形態の光合分波器 8 e のフィルタ層 17 (フィル

タブロック 29 a ~ 29 f) は、マイクロレンズ 12 a ~ 12 f の下方にのみ配置されている。マイクロレンズ 12 a ~ 12 f とフィルタ層 17 の間隔を決めるスペーサーには、図 21 に示すようなマイクロレンズアレー 14 とは完全に別体のスペーサーブロック 31 a, 31 b のみを用いても良い。しかしながら、図 22 に示す光合分波器 8 e' の様に、マイクロレンズアレー 14 と一体形成されたスペーサー 15 a, 15 b, 15 c, 15 d と、このスペーサー 15 a ~ 15 d に継ぎ足すことによって丁度良い高さにできるスペーサーブロック 31 a, 31 b とを用いるようにすれば、第 1 の実施形態で説明したマイクロレンズアレー 14 をこの実施形態でも利用することができる。

#### 【0096】

本実施形態のフィルタ層 17 は、第 4 の実施形態で図 20 (a) を用いて説明したフィルタ層 17 の製造方法で製造することができる。しかしながら、図 20 に示す基板 22 の上面に成膜されたフィルタ薄膜 27 には、その中心方向に向けた引っ張り応力が発生しているので、基板 22 の裏面を研磨したときにこの引っ張り応力によってガラス基板が反り返ったり割れてしまうことがある。この問題を解決するためには、図 23 (a) に示すように、基板 22 の表面にフィルタ薄膜 27 を成膜した後に、図 23 (b) に示すようにフィルタ薄膜 27 をダイシングブレードで切断しておき、その後で、図 23 (c) に示すように、所望する厚みになるまで基板 22 の裏面を研磨するとよい。このように、基板 22 を研磨する前にフィルタ薄膜 27 を分断しておけば、個々のフィルタ薄膜 27 a の面積が小さくなって応力が緩和されるので、研磨によって基板 22 が薄くなっても基板 22 が反り返ったり割れてしまうことがない。なお、フィルタ薄膜 27 は必ずしもフィルタ 17 a ~ 17 f の幅に分断しなければならないわけではなく、上記の応力が緩和される程度の、フィルタの幅を何倍かした幅で分断してもよい。

#### 【0097】

最後に図 23 (d) に示すように、光合分波器 8 e で使用するフィルタ 17 a ~ 17 f の幅でフィルタ薄膜 27 a 及び基板 22 を完全に切断する。その後の工程は、第 4 の実施形態で説明したものと同一である。

#### 【0098】

## (第6の実施形態)

図24は、本発明のさらに別の実施形態である光合分波器8fの一部破断した概略断面図であって、第1の実施形態で説明した図14に相当する図である。この光合分波器8fは、光ファイバアレー11、その下面にマイクロレンズ12a~12fとスペーサー15a, 15b, 15c, 15dを備えたマイクロレンズアレー14、フィルタ層17及びミラー層19から構成されている。

## 【0099】

フィルタ層17は、ガラスなどの透明なブロックの表面にフィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17e又はARコート層21若しくはダミーフィルム18bを形成したフィルタブロック29a, 29b, 29c, 29d, 29e, 29f, 29gで構成されている。フィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17eは、それぞれ波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ ,  $\lambda_5$ の光を透過しそれ以外の波長域の光を反射する誘電体多層膜である。本実施形態の光合分波器8fにおいては、第4又は第5の実施形態で説明した製造方法で、フィルタ層17を製造し、このフィルタ層17の裏面にミラー層19を形成している。

## 【0100】

## (第7の実施形態)

図25は、本発明のさらに別の実施形態による光合分波器8gの概略断面図であって、光の分波を説明する図である。この光合分波器8gは、第1の実施形態で説明した光合分波器2台をミラー層19を挟んで対象に配置して一体化させたような形状になっている。

## 【0101】

本実施形態の光合分波器8gは、光ファイバ9a, 9b, 9c, 9d, 9e, 9fとコネクタ10でなる光ファイバアレー11aと、下面にマイクロレンズ12a, 12b, 12c, 12d, 12e, 12fとスペーサー15a, 15b, 15c, 15dを備えたマイクロレンズアレー14a、フィルタ層17l、ブロック体16a、ミラー層19、ブロック体16b、フィルタ層17m、下面にマイクロレンズ12g, 12h, 12i, 12j, 12k, 12lとスペーサー15a, 15b, 15c, 15dを備えたマイクロレンズアレー14b、光ファイバ9g, 9h, 9i, 9

j, 9k, 9lとコネクタ10でなる光ファイバアレー11bから構成されている。

#### 【0102】

フィルタ層17lは、ARコート層（反射防止膜）21と、それぞれ波長 $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ ,  $\lambda 4$ ,  $\lambda 5$ の光を透過するフィルタ17a, 17b, 17c, 17d, 17e、ダミーフィルム（スペーサー）18bで構成されている。また、フィルタ層17mは、それぞれ波長 $\lambda 6$ ,  $\lambda 7$ ,  $\lambda 8$ ,  $\lambda 9$ ,  $\lambda 10$ の光を透過するフィルタ17f, 17g, 17h, 17i, 17jとダミーフィルム（スペーサー）18a, 18bで構成されている。ミラー層19は、その大部分が金属膜などの反射率の高い物質層であるが、一部のみ波長 $\lambda 6$ ,  $\lambda 7$ ,  $\lambda 8$ ,  $\lambda 9$ ,  $\lambda 10$ の光を透過するフィルタ17kになっている。

#### 【0103】

次に、この光合分波器8gでの光の分波を説明する。ファイバ9aからマイクロレンズ12aに入射した波長 $\lambda 1 \sim \lambda 10$ の光は、マイクロレンズ12aを透過することによってその光路が曲げられ、平行光となってARコート層21、ブロック体16aを透過し、ミラー層19のフィルタ17kに入射する。

#### 【0104】

このフィルタ17kでは、波長 $\lambda 1 \sim \lambda 5$ の光が反射される。反射された光 $\lambda 1 \sim \lambda 5$ の光は、フィルタ層17lとミラー層19での透過と反射を繰り返しながら分波され、光ファイバ9b, 9c, 9d, 9fからは、それぞれ波長 $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ ,  $\lambda 4$ ,  $\lambda 5$ の光を取り出すことができる。

#### 【0105】

また、ミラー層19のフィルタ17kを透過した波長 $\lambda 6 \sim \lambda 10$ の光は、ブロック体16bを透過して、フィルタ層17mに入射する。ここでも、フィルタ層17mとミラー層19での透過と反射を繰り返しながら分波が進み、光ファイバ9h, 9i, 9j, 9k, 9lからは、それぞれ波長 $\lambda 6$ ,  $\lambda 7$ ,  $\lambda 8$ ,  $\lambda 9$ ,  $\lambda 10$ の光を取り出すことができる。

#### 【0106】

本発明の光合分波器8gは、ミラー層19を共有することによって、小型で、



多くの波長に分波できるようになっている。

【発明の効果】

【0107】

本発明の光合分波器は、マイクロレンズアレーを備えており、マイクロレンズによって光の光軸方向を曲げることができる。したがって、多重した光を伝搬する光ファイバと分波後の光を伝搬する光ファイバとを平行に並べてなる光ファイバアレーの光出射端面とフィルタ層やミラー層とを互いに平行に配置することができ、製造も容易で、分波の数を増やしても小型の光合分波器にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

特許文献1の第2図と同じ図であって、従来の光合分波の構造を説明するための図である。

【図2】

本発明の一実施形態である光合分波器の構造を示す概略分解斜視図である

【図3】

図2に示す本発明の光合分波器の、光ファイバアレーのコアを通る面における概略断面図である。

【図4】

図2に示す本発明の光合分波器の概略側面図である。

【図5】

マイクロレンズアレーの下面図である。

【図6】

光路を説明する概念図である。

【図7】

マイクロレンズの形状を説明する図である。

【図8】

フィルタの特性を示す図であって、横軸は波長、縦軸は光透過率を示している

。

**【図 9】**

(a) ~ (e) はフィルタ層の製造方法を説明する図である。

**【図 10】**

(f) (g) は図 9 の続図である。

**【図 11】**

フィルタ層の製造方法を説明する図である。

**【図 12】**

(a) ~ (d) はフィルタ層の別な製造工程を説明する図である。

**【図 13】**

(e) ~ (g) は図 12 の続図である。

**【図 14】**

図 3 に示す光合分波器の一部破断した概略拡大断面図である。

**【図 15】**

本発明の光合分波器の使用形態を説明する概略断面図である。

**【図 16】**

本発明の別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

**【図 17】**

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

**【図 18】**

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

**【図 19】**

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

**【図 20】**

(a) ~ (e) は、フィルタ層の別な製造方法を説明する図である。

**【図 21】**

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図であ

る。

【図 2 2】

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

【図 2 3】

(a) ~ (d) は、フィルタ層の製造工程を説明する図である。

【図 2 4】

本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の一部破断した概略断面図である。

【図 2 5】

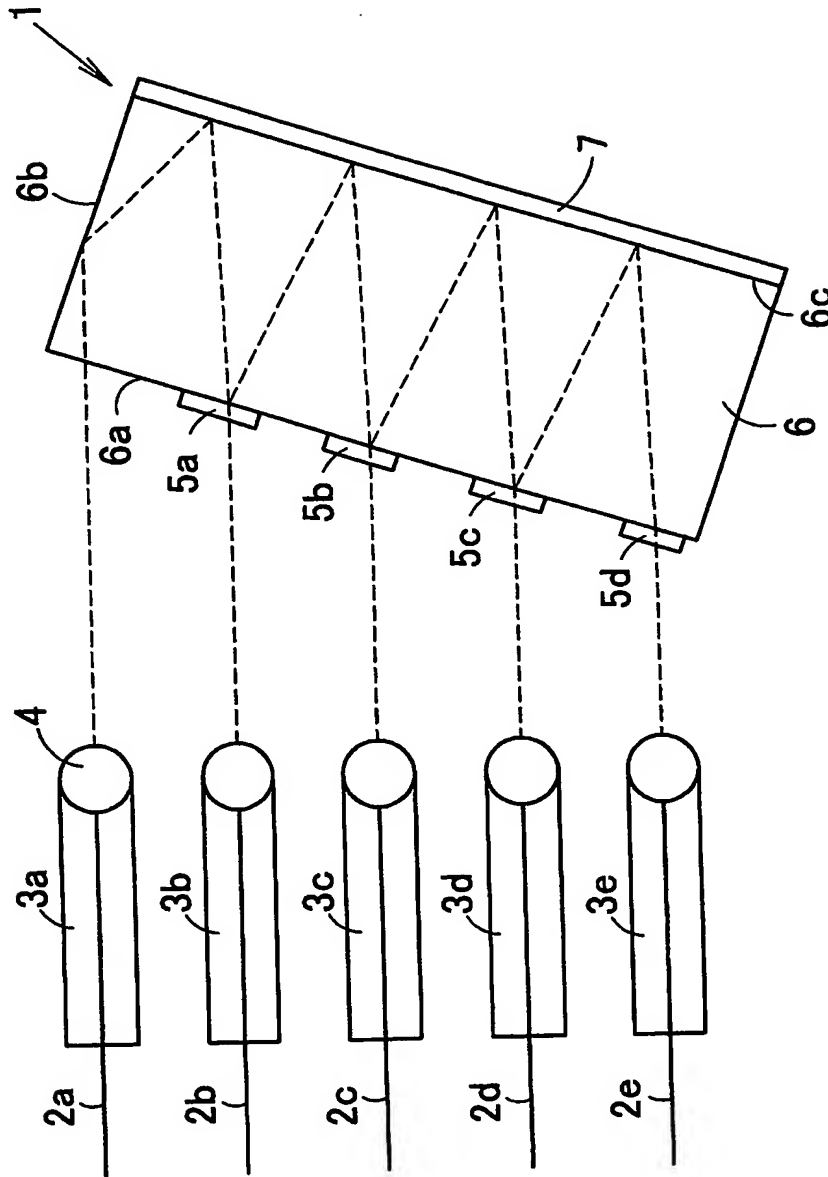
本発明のさらに別の実施形態による光合分波器の概略断面図である。

【符号の説明】

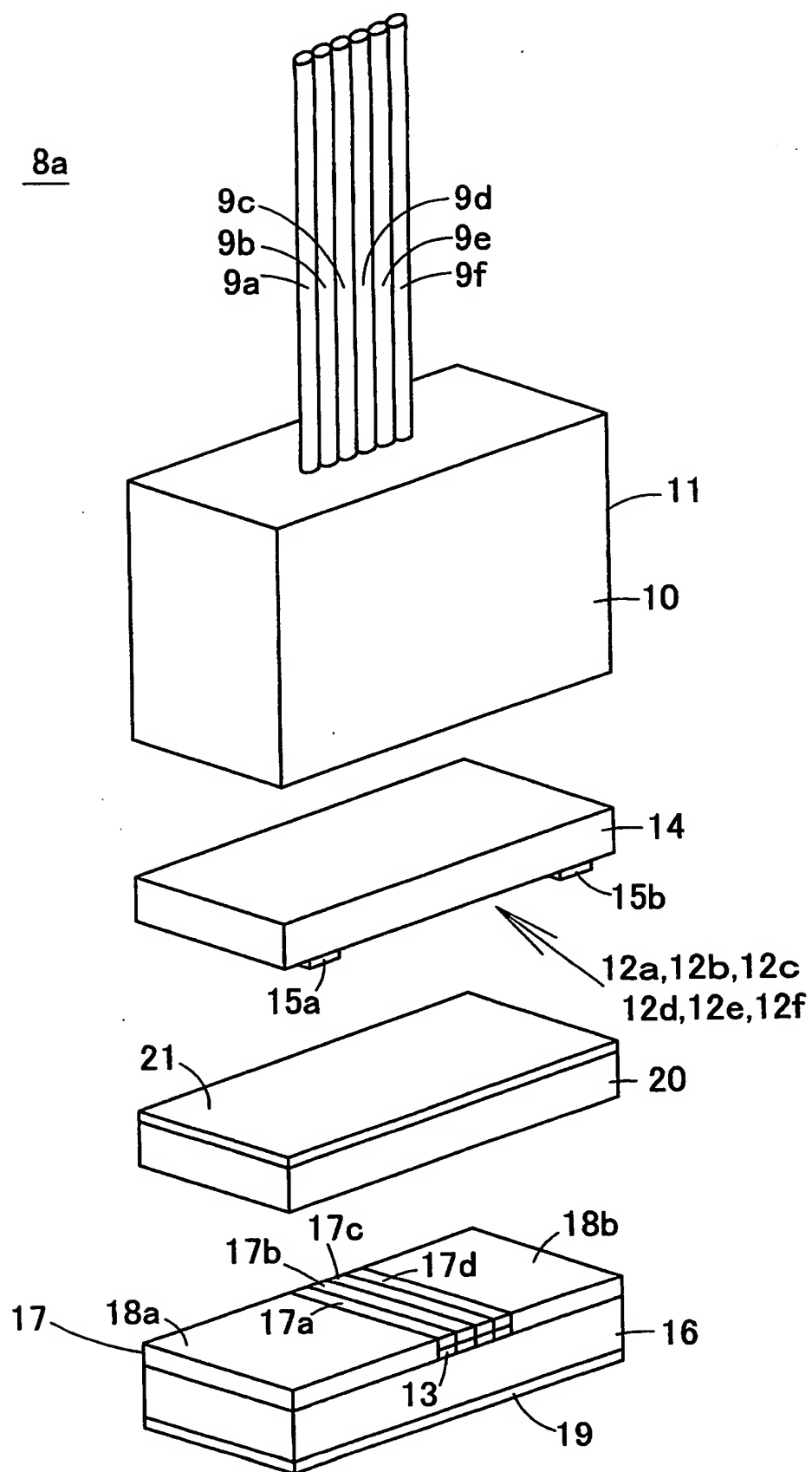
- 8 a ~ 8 g      光合分波器
- 9 a ~ 9 l      光ファイバ
- 10      コネクタ
- 11, 11 a, 11 b      光ファイバアレー
- 12 a ~ 12 l      マイクロレンズ
- 13      剥離膜
- 14, 14 a, 14 b      マイクロレンズアレー
- 15 a ~ 15 d      スペーサー
- 16, 16 a, 16 b      ブロック体
- 17      フィルタ層
- 17 a ~ 17 k      フィルタ
- 18 a, 18 b      ダミーフィルム
- 19      ミラー層
- 20      カバー部材
- 21      ARコート層

【書類名】 図面

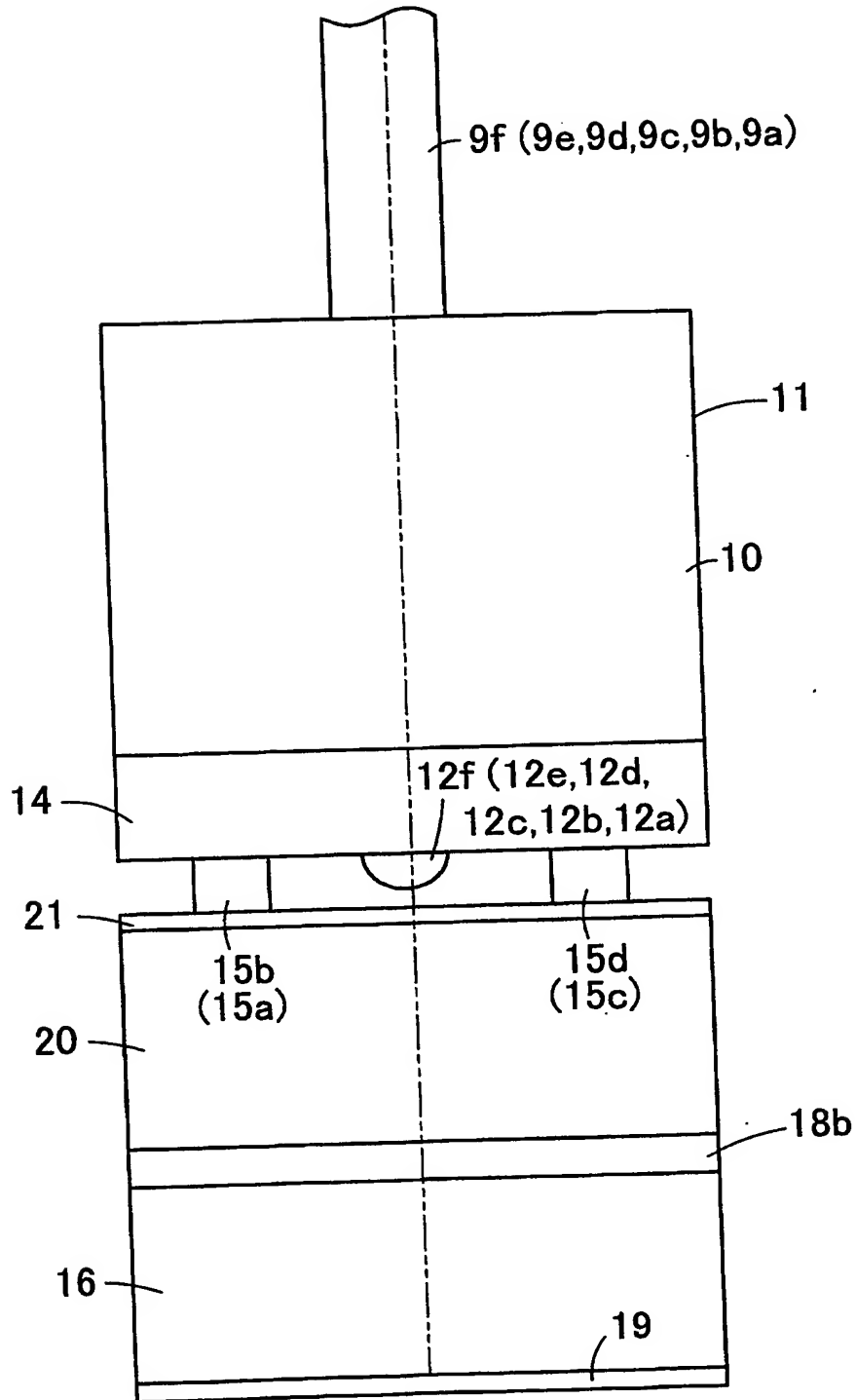
【図 1】



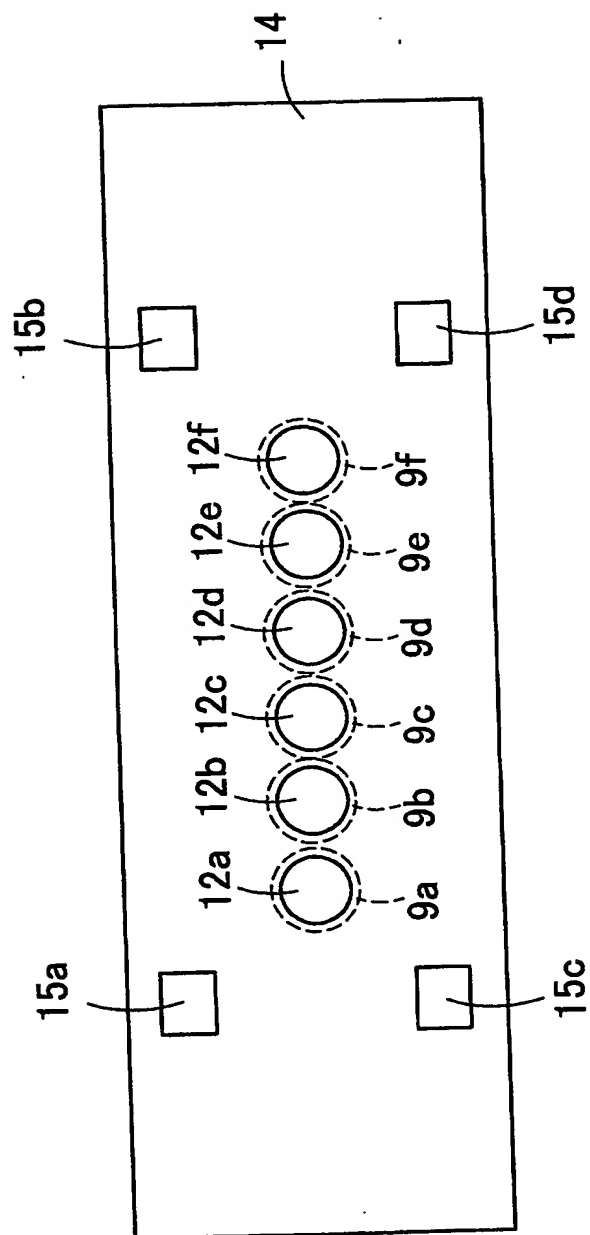
【図 2】



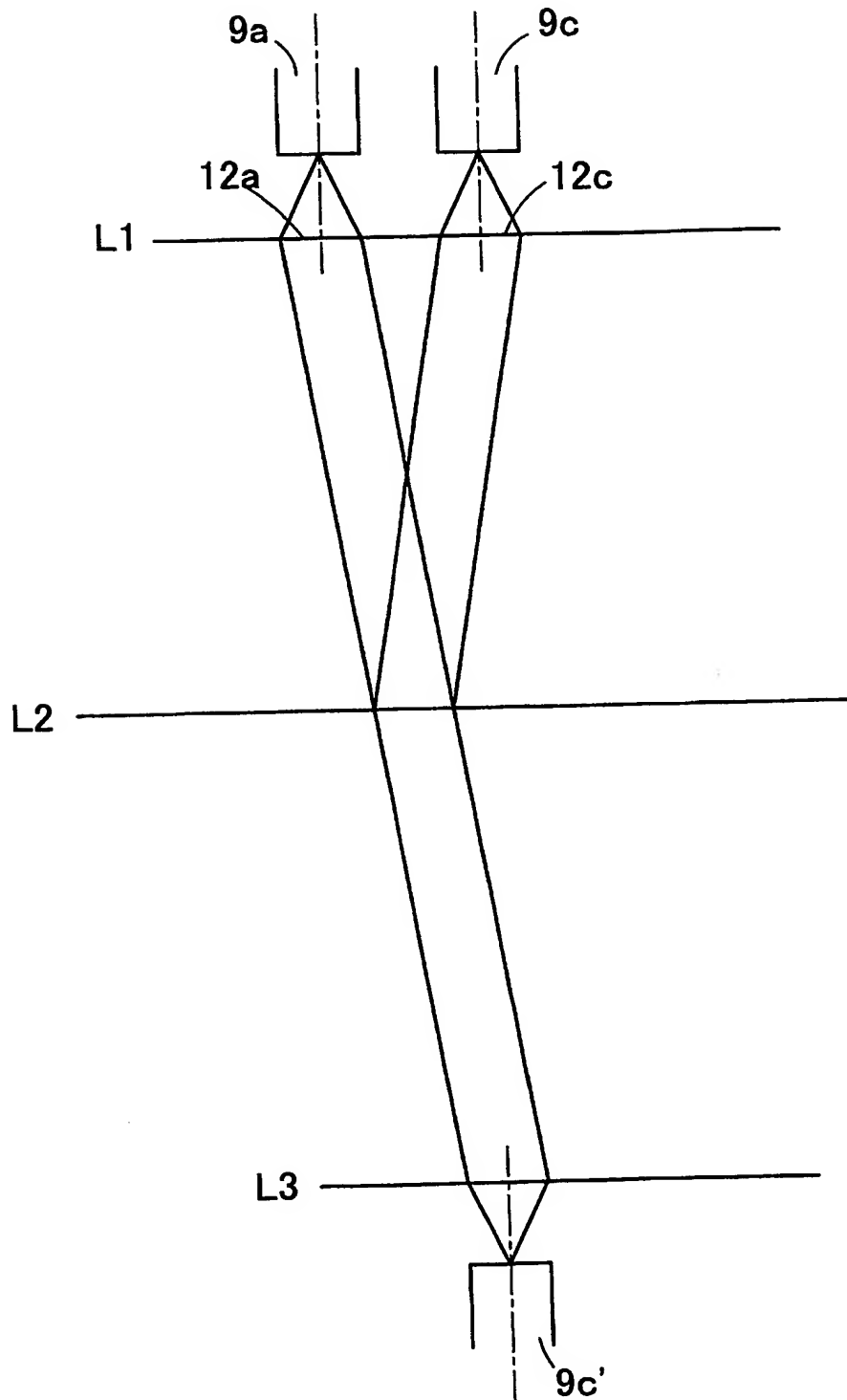
【図 4】



【図 5】

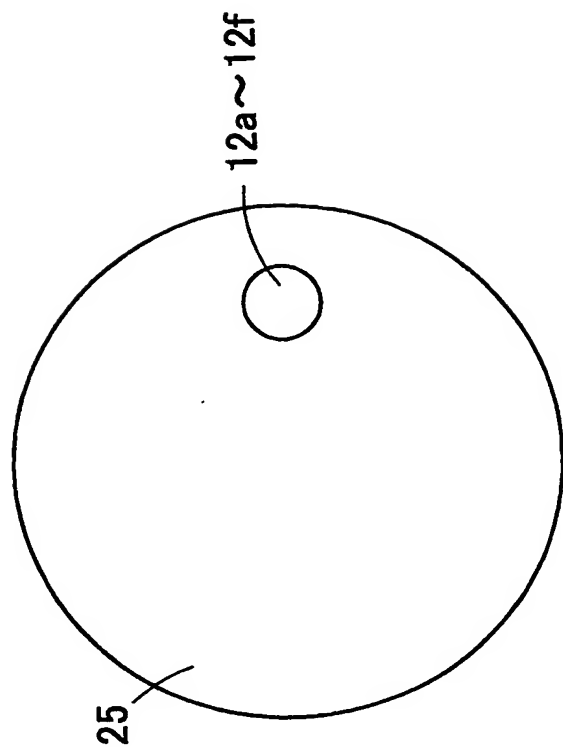


【図 6】

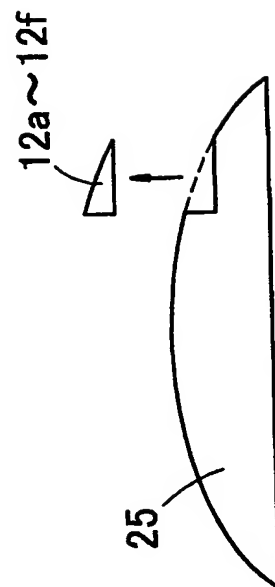




【図 7】

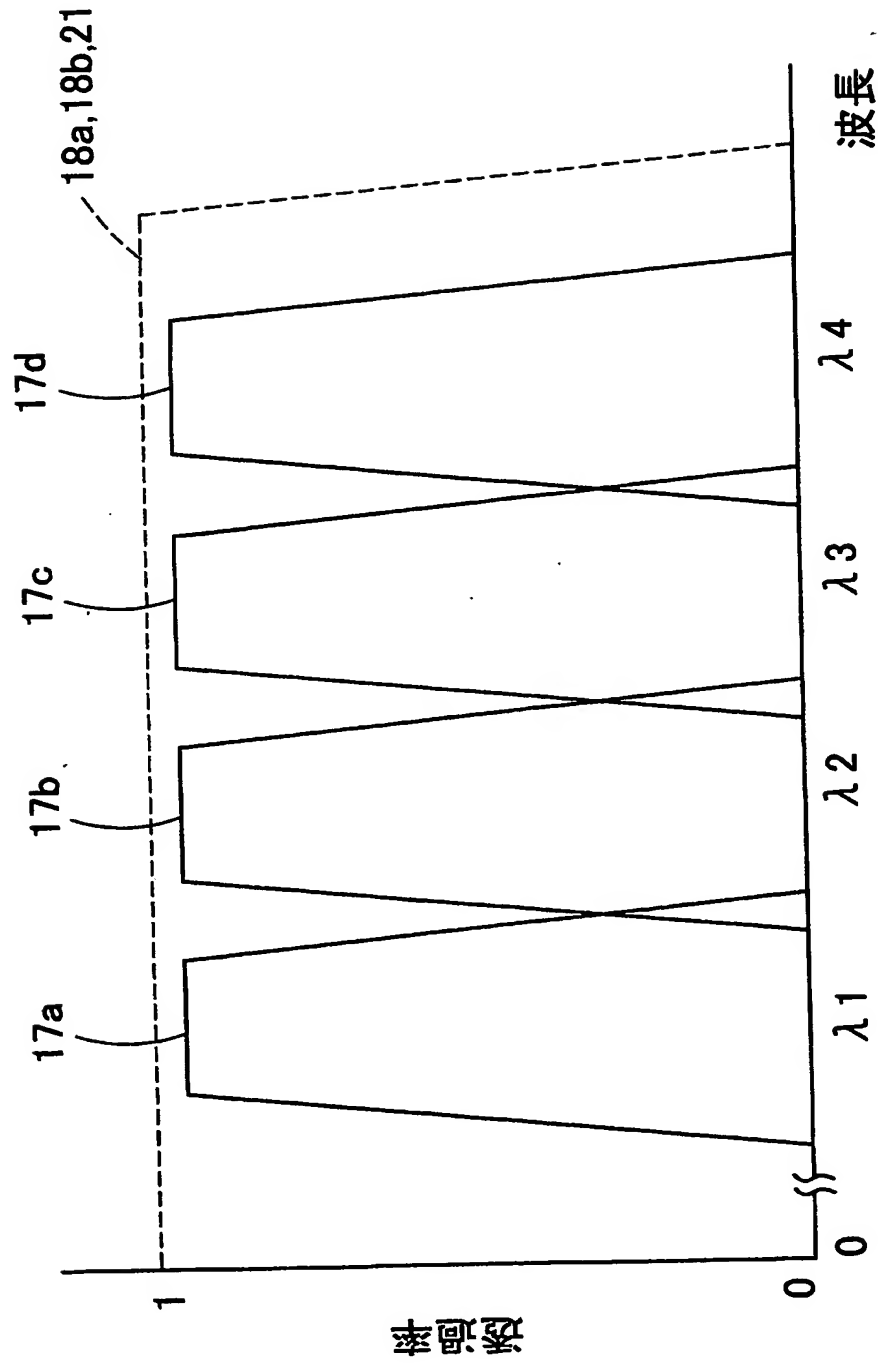


(a)

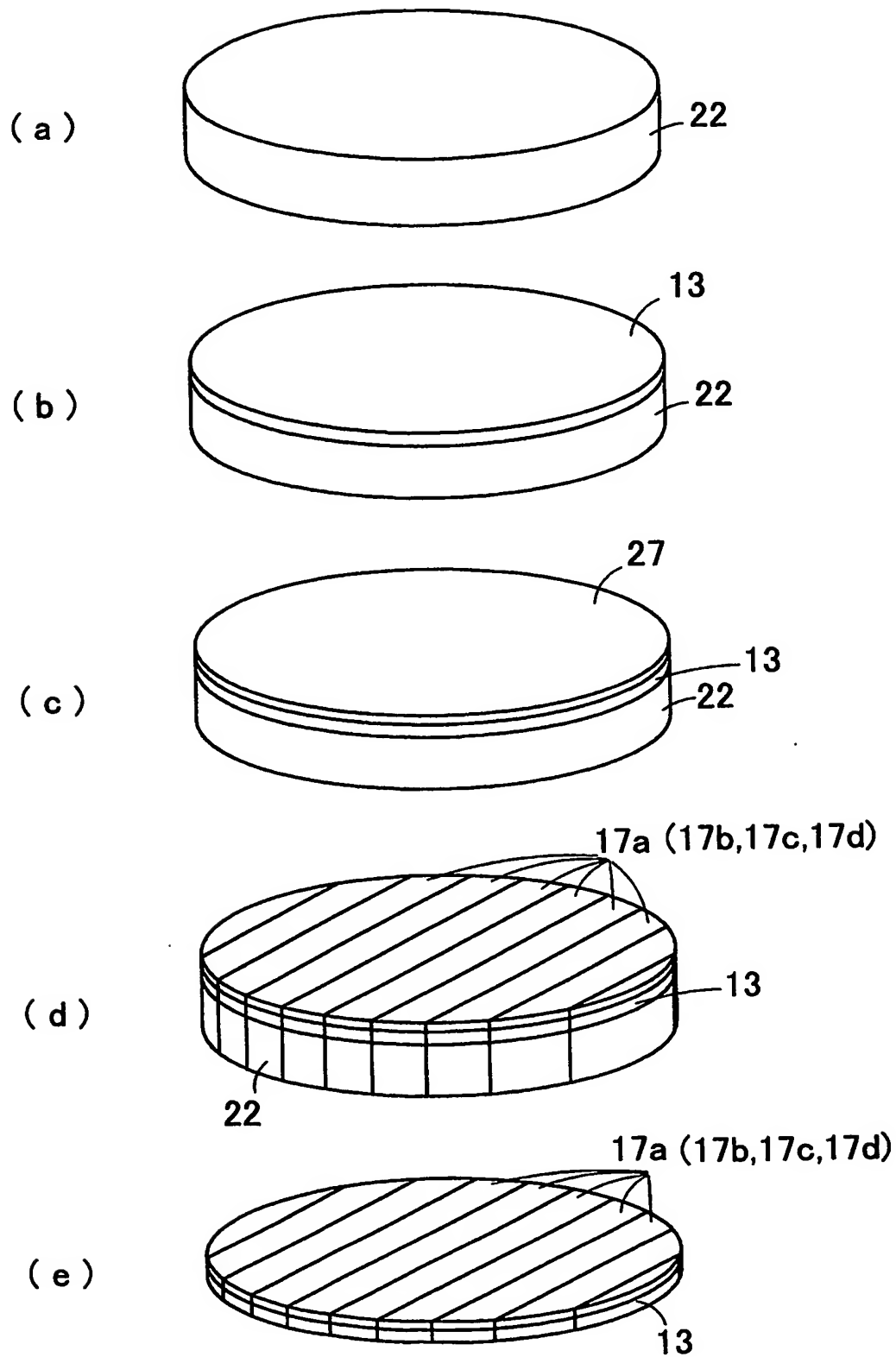


(b)

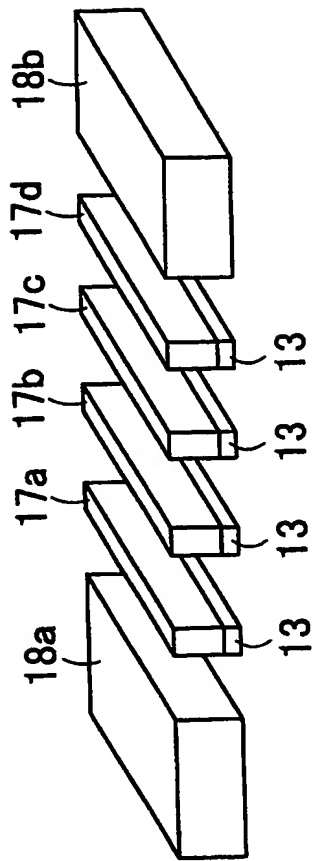
【図 8】



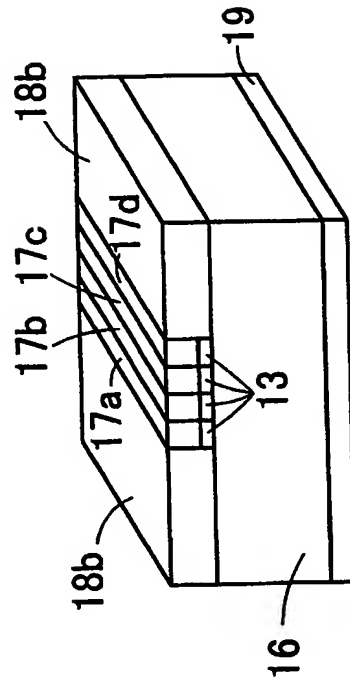
【図 9】



【図 10】

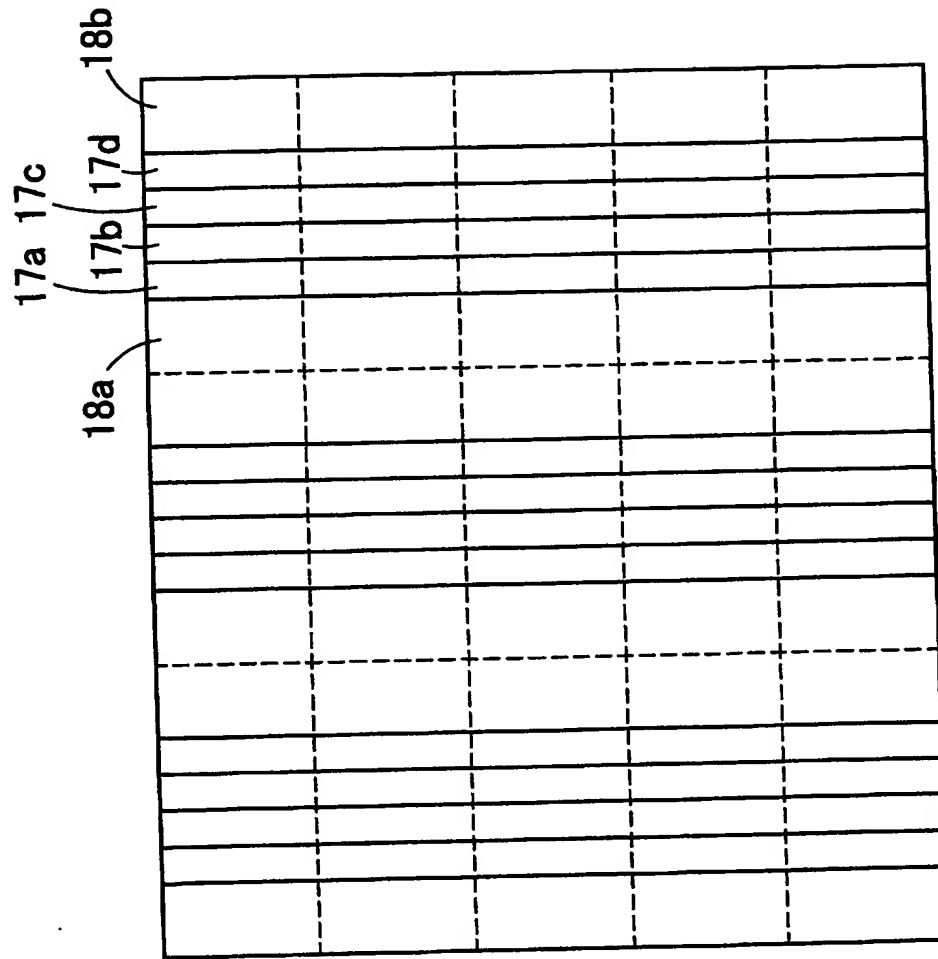


(f)

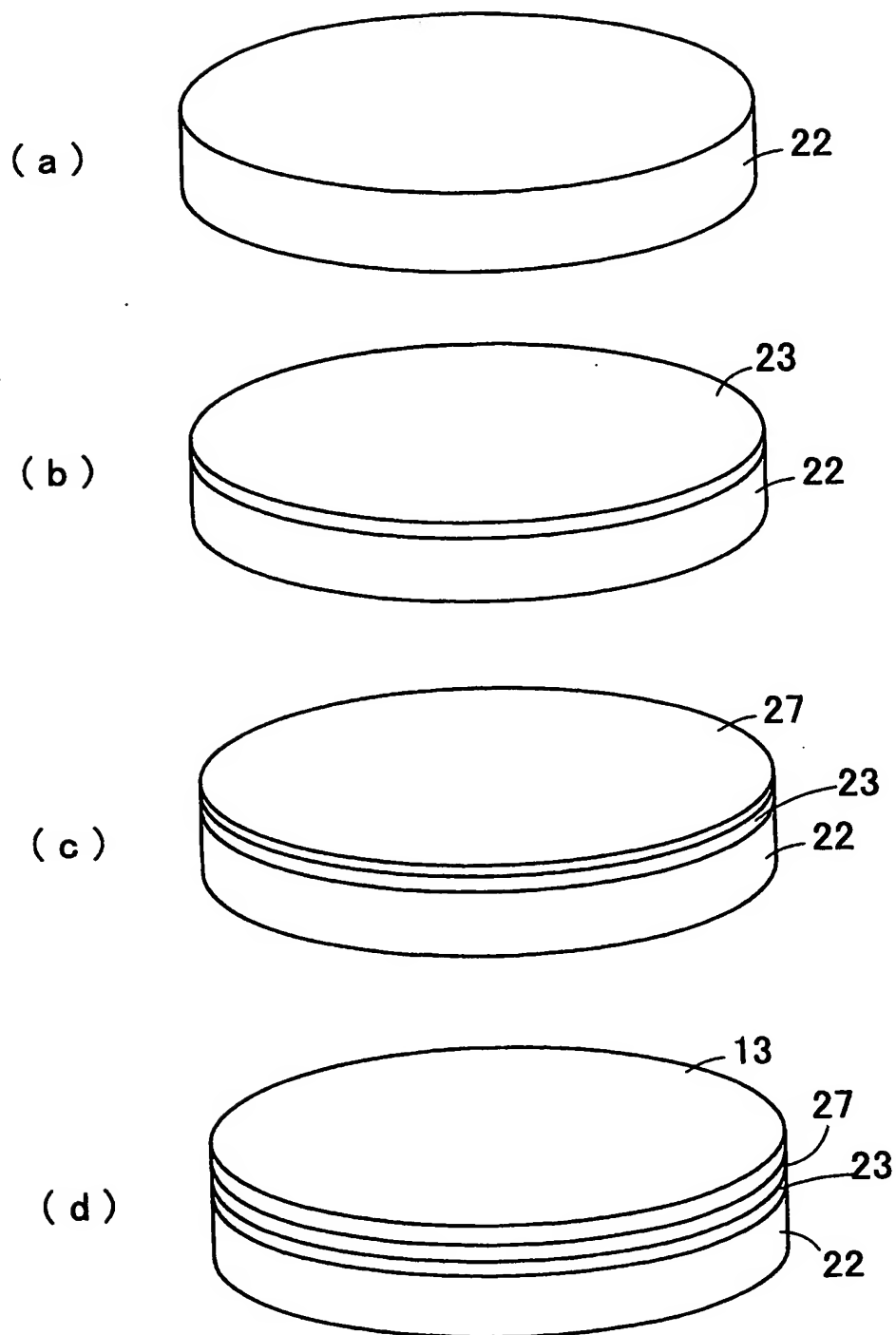


(g)

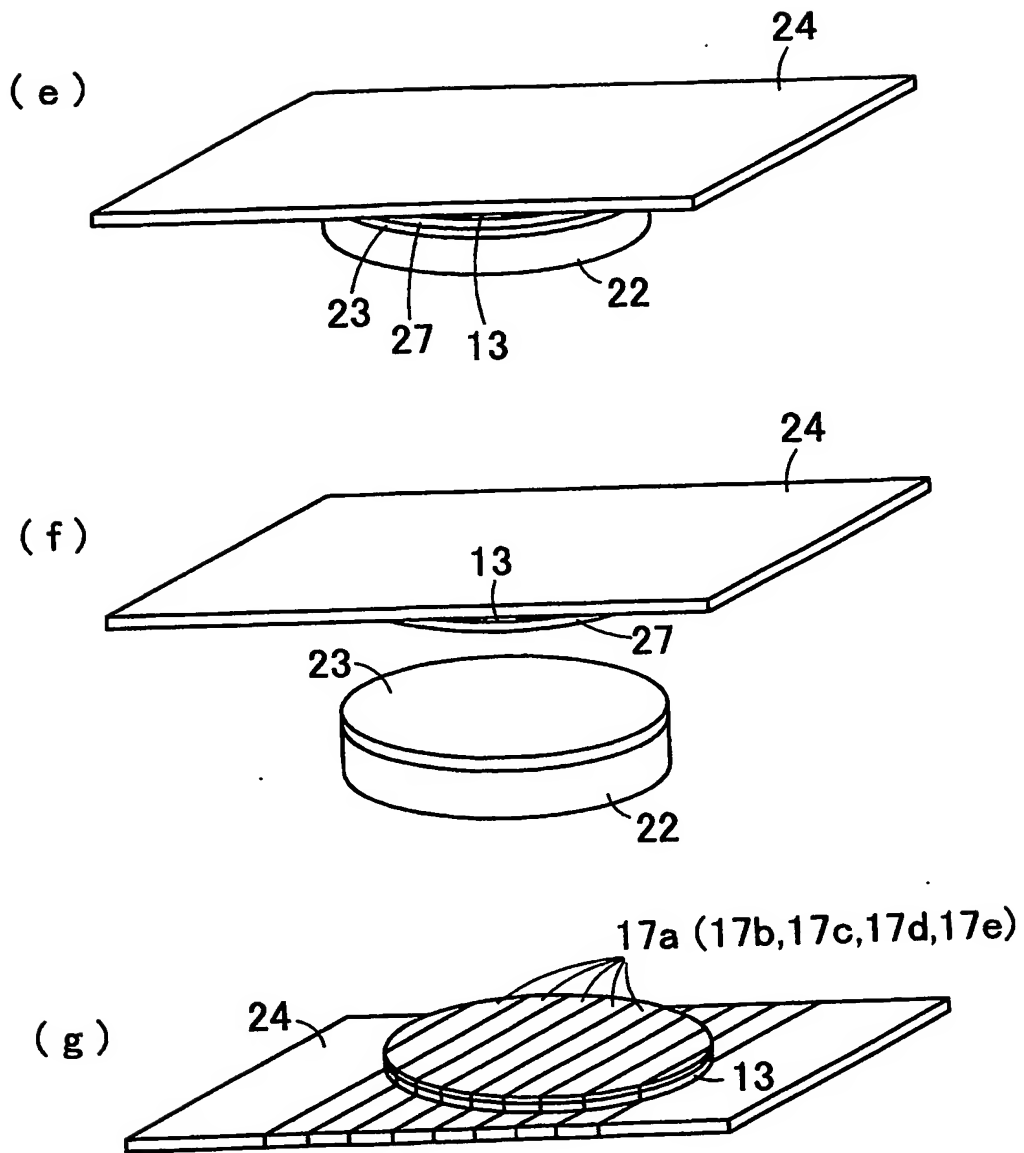
【図 11】



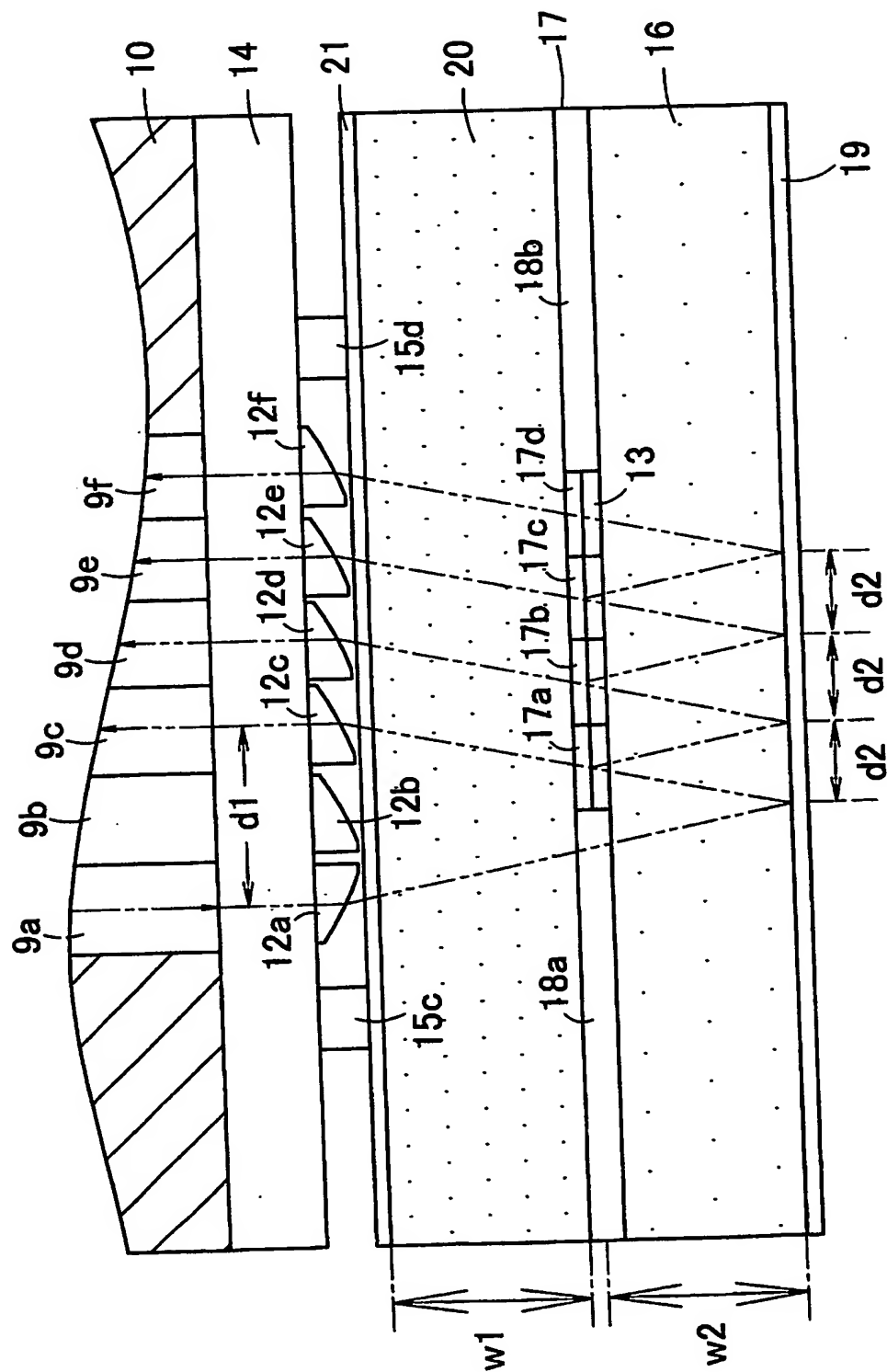
【図 12】



【図 13】

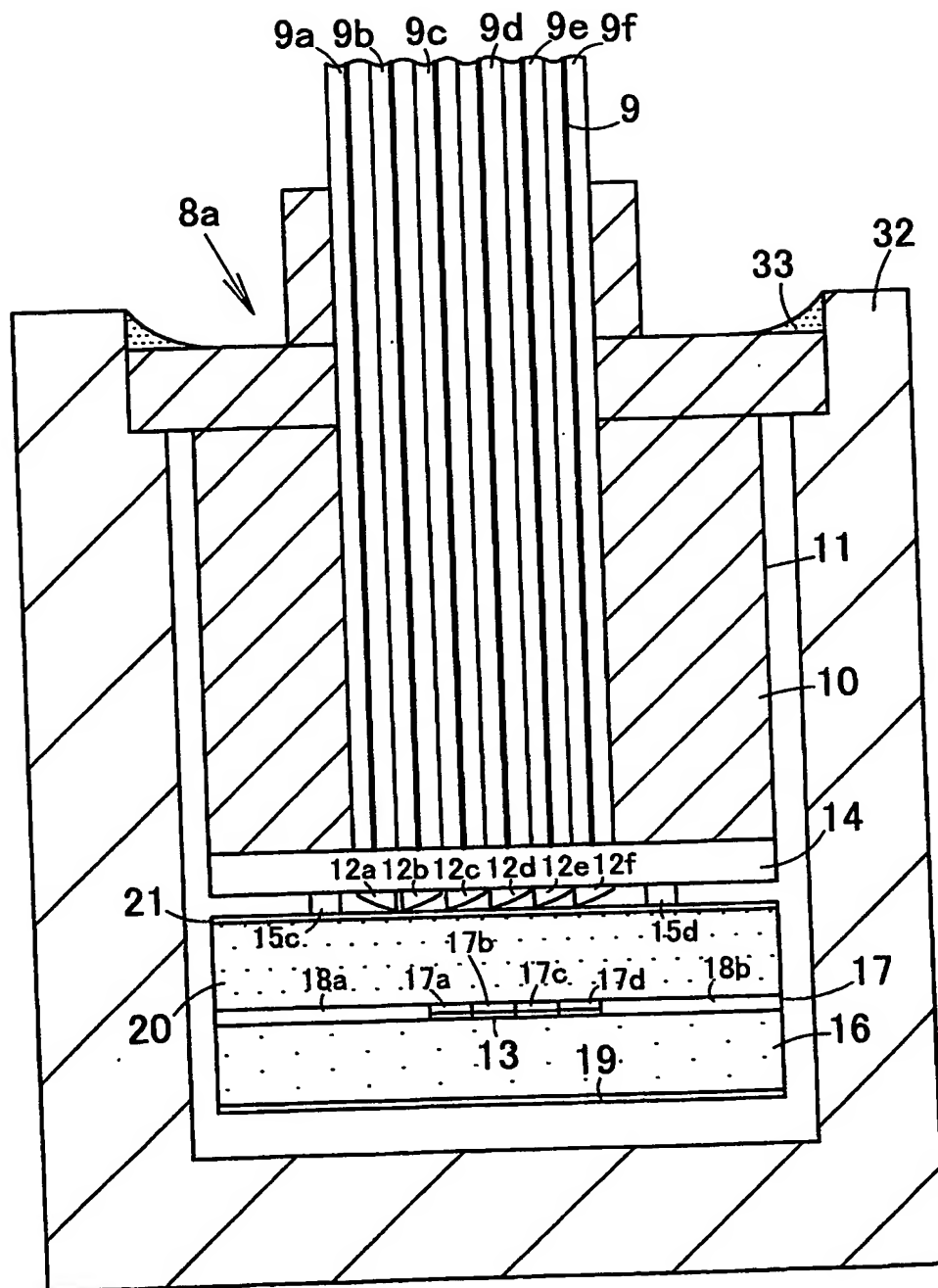


【図 14】

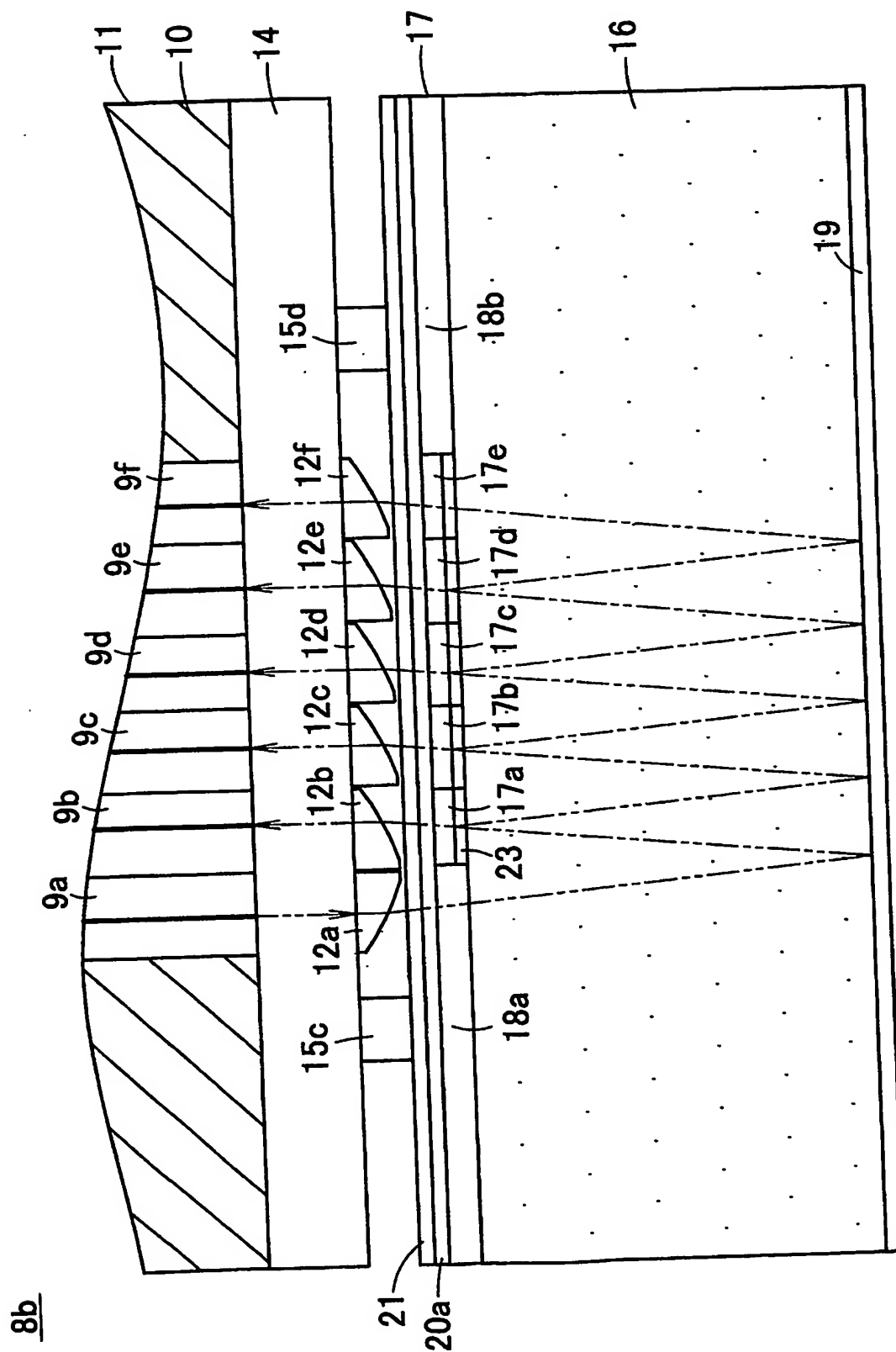




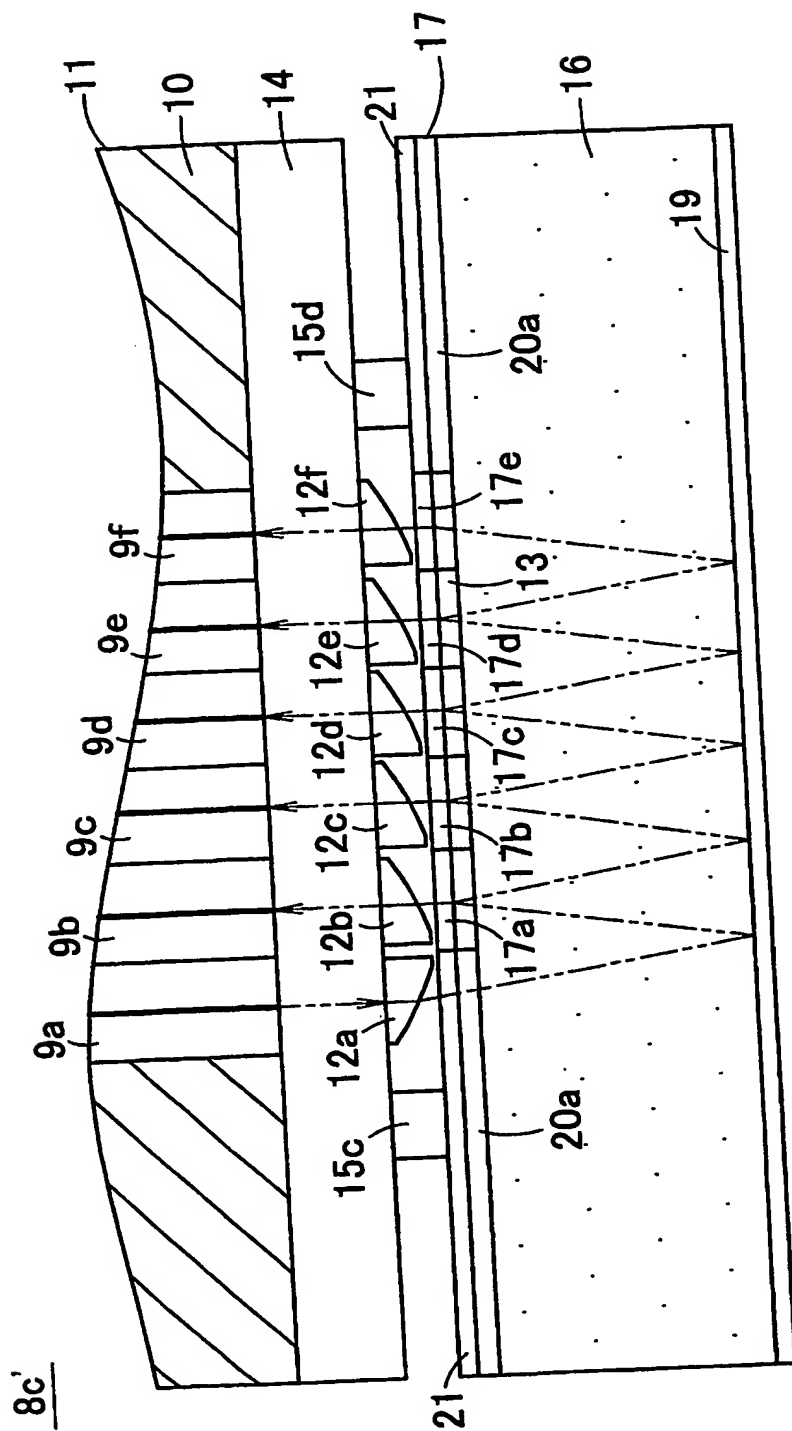
【図 15】



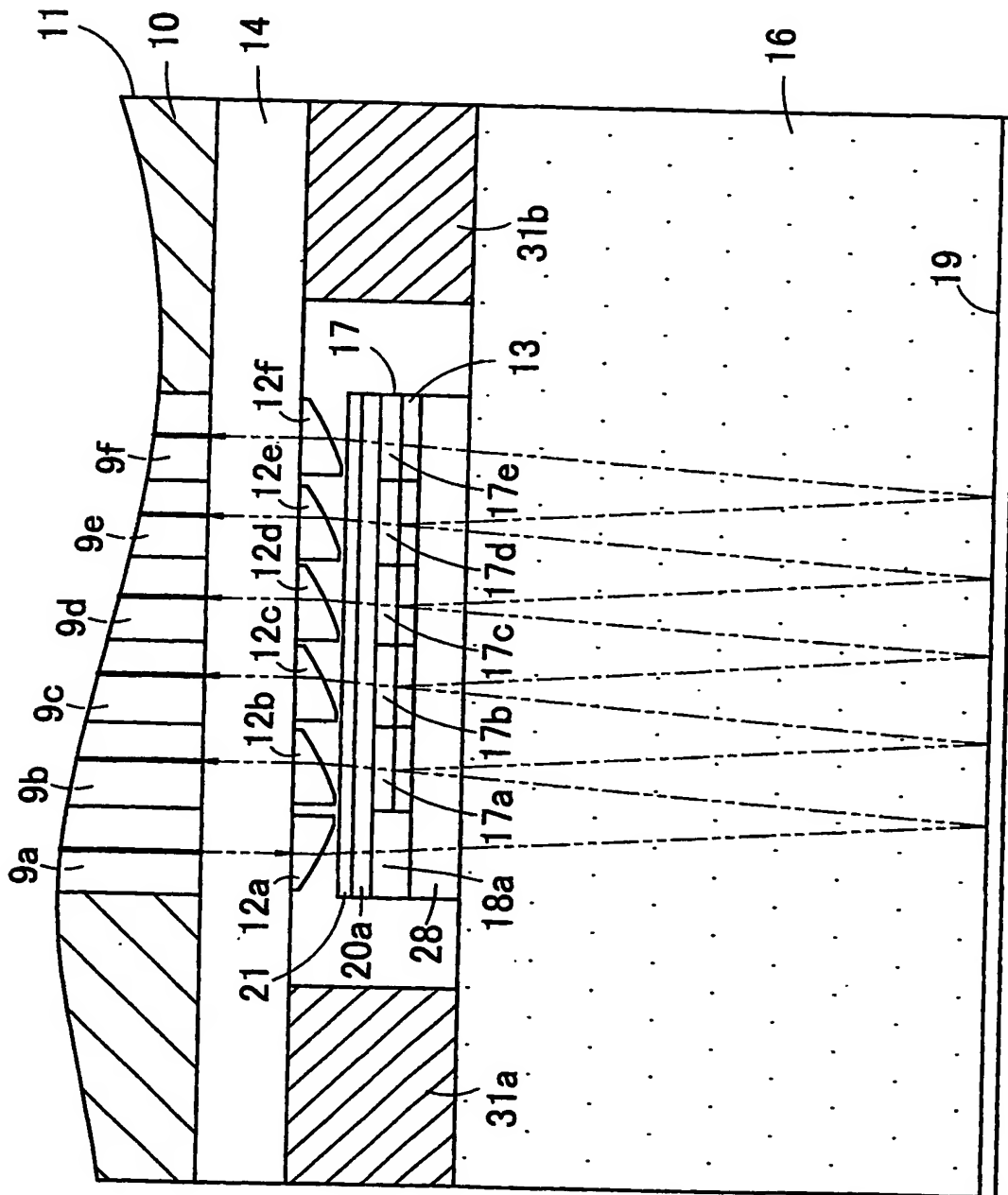
【図 16】



【図 17】



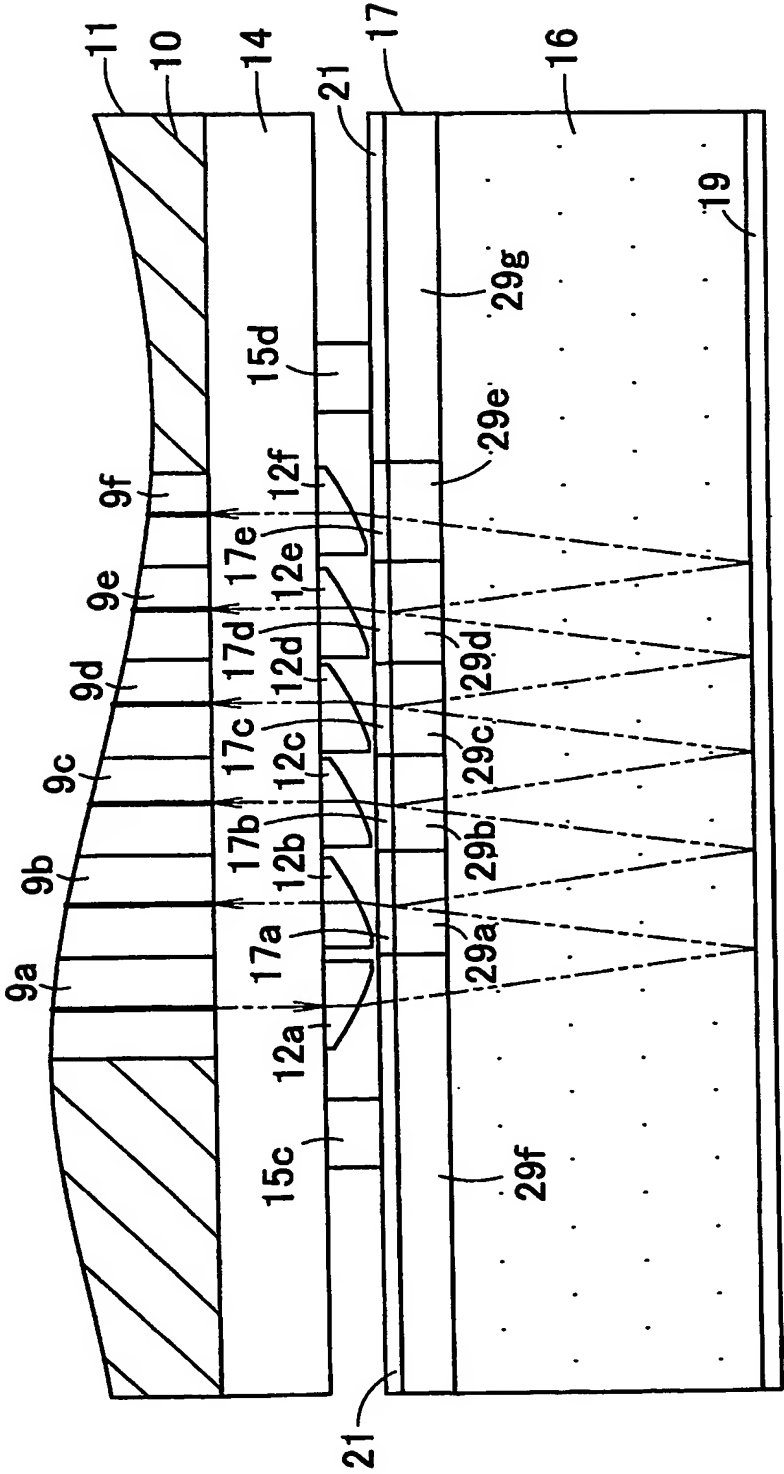
【図18】



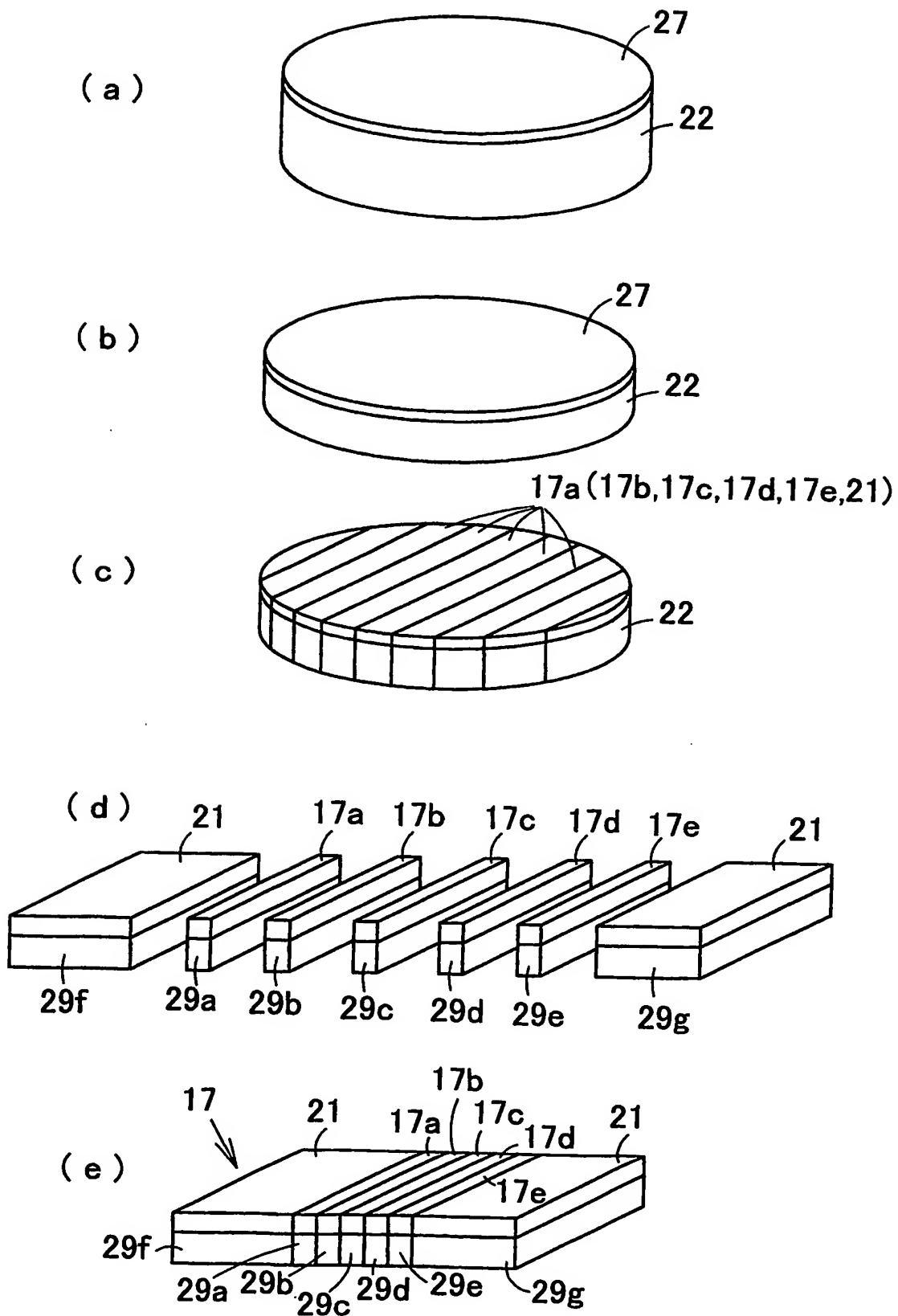
8c

【図19】

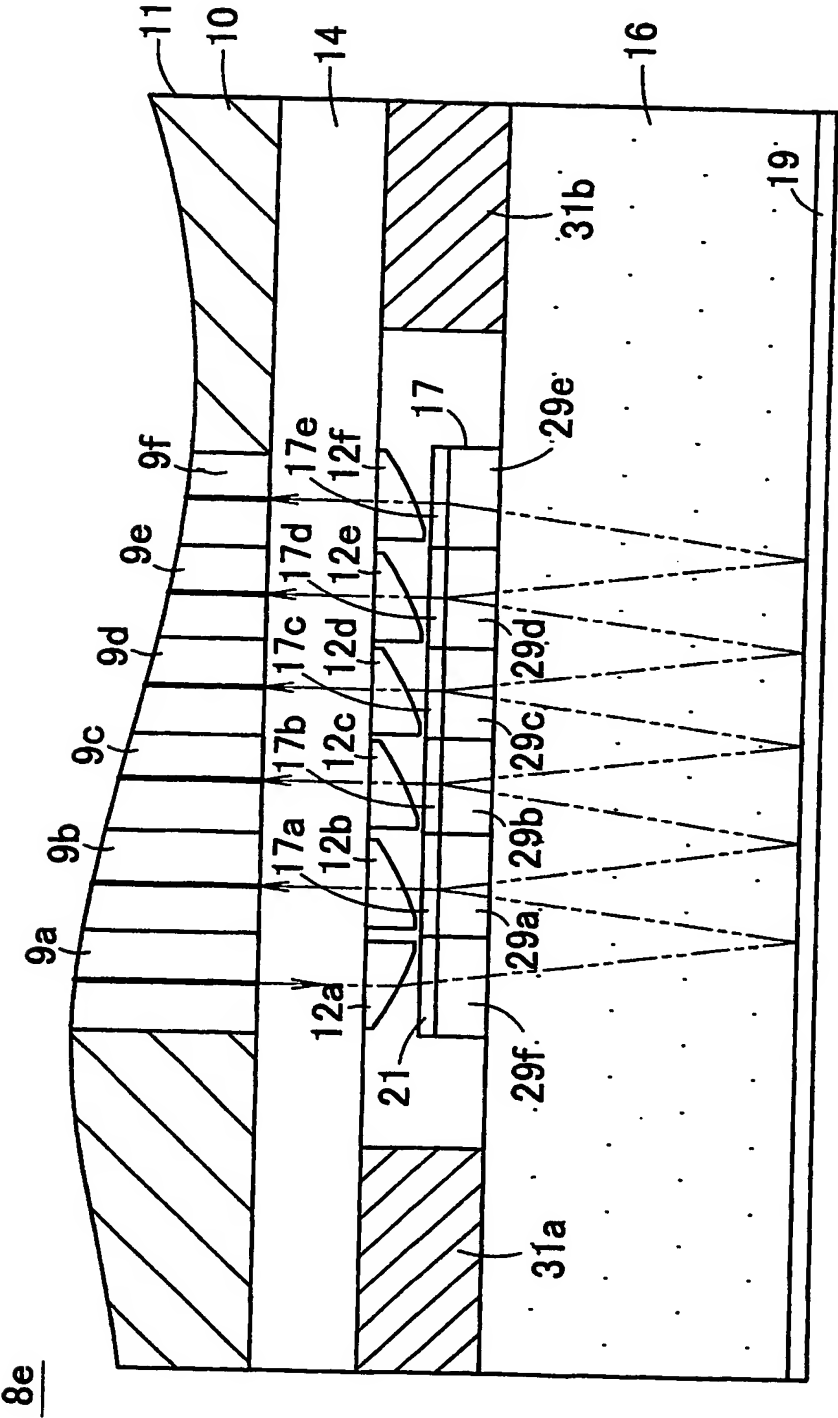
8d



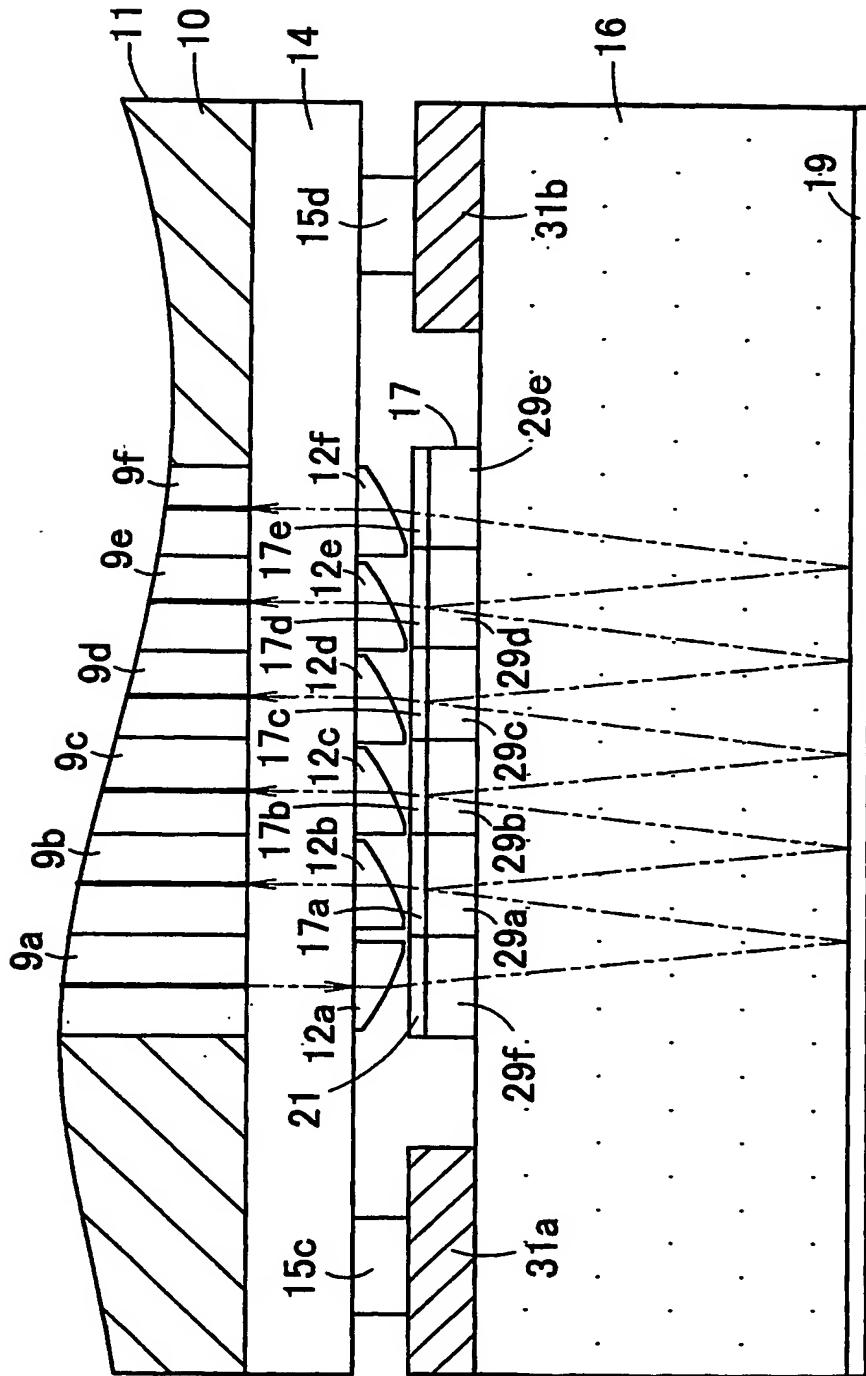
【図 20】



【図 21】



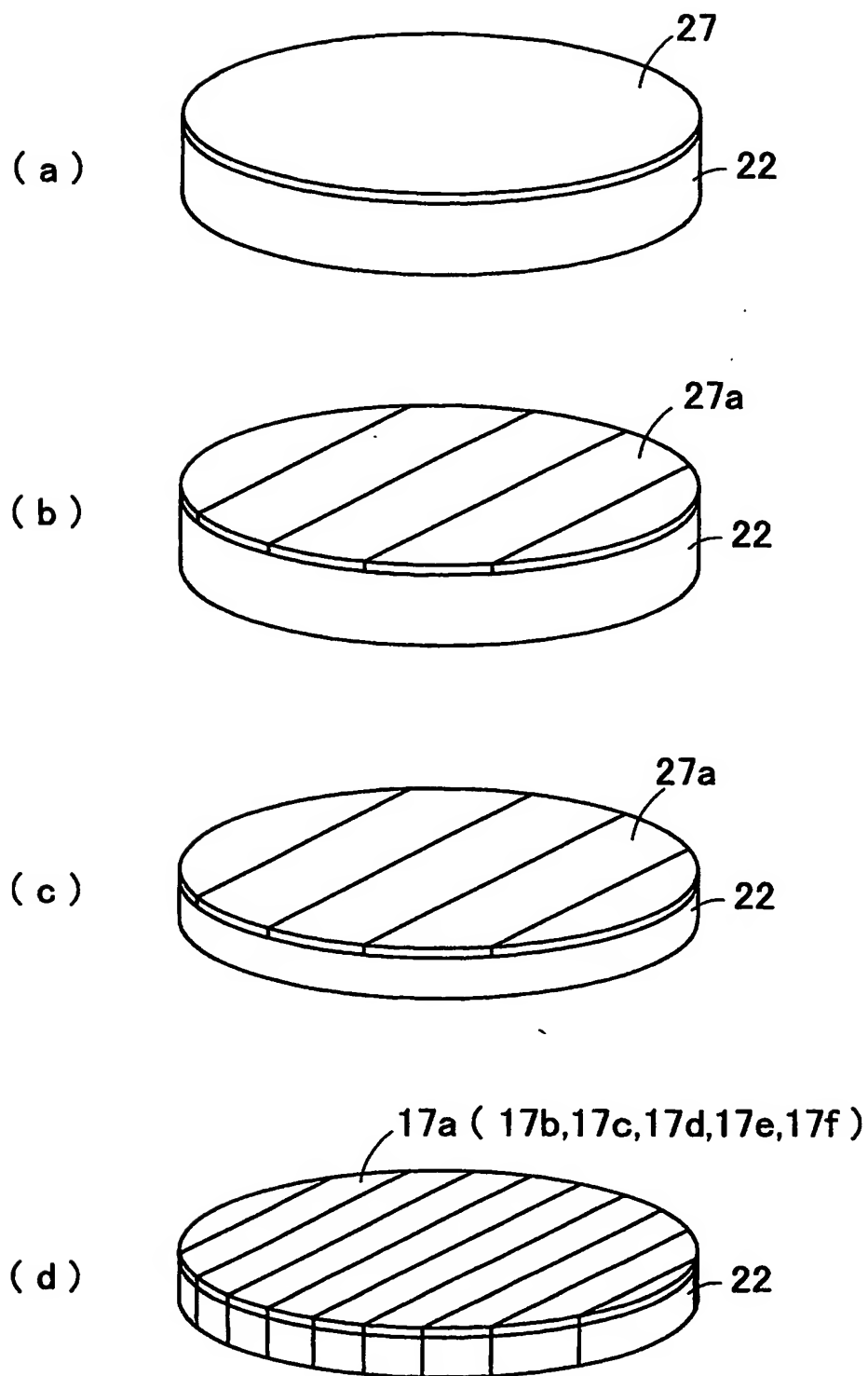
【図 2 2】



8e

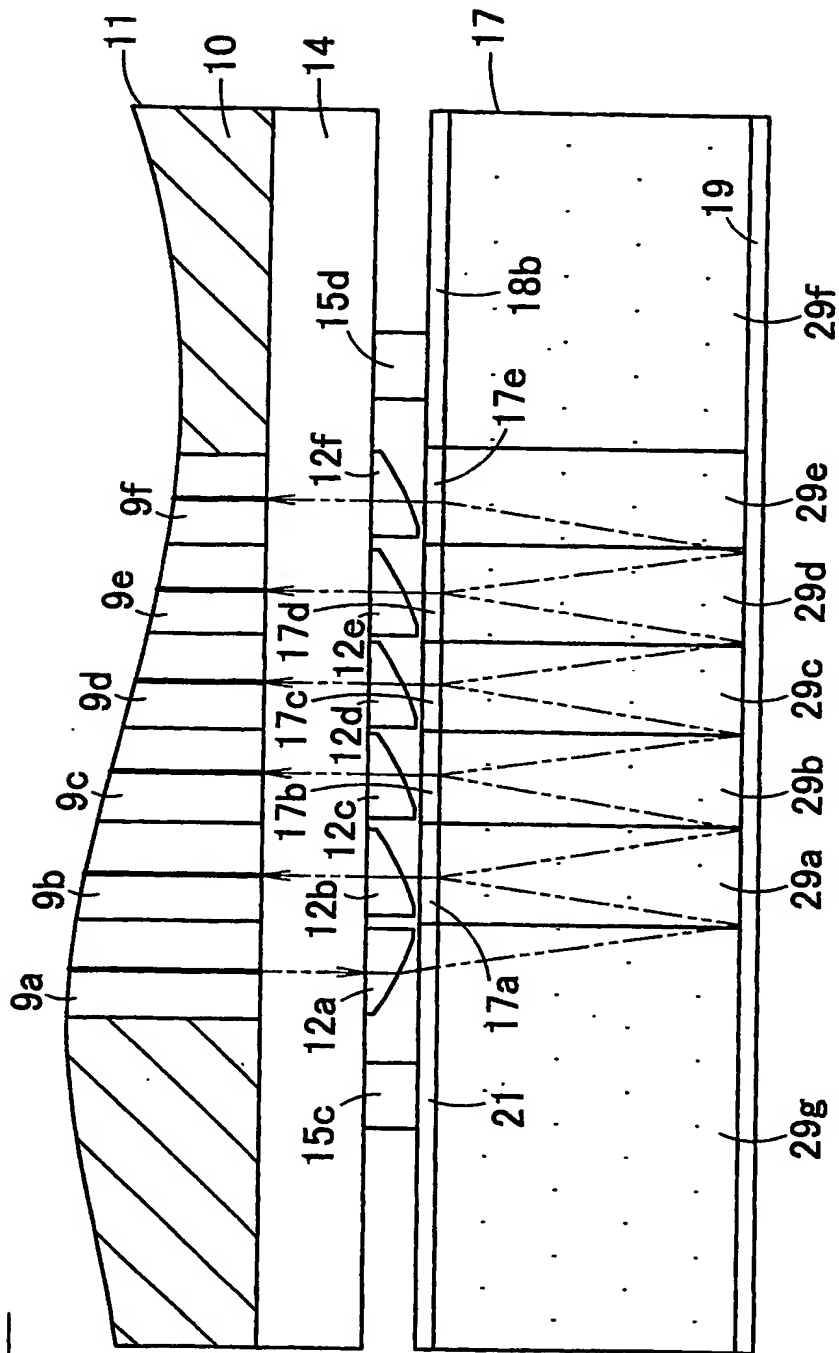


【図 23】

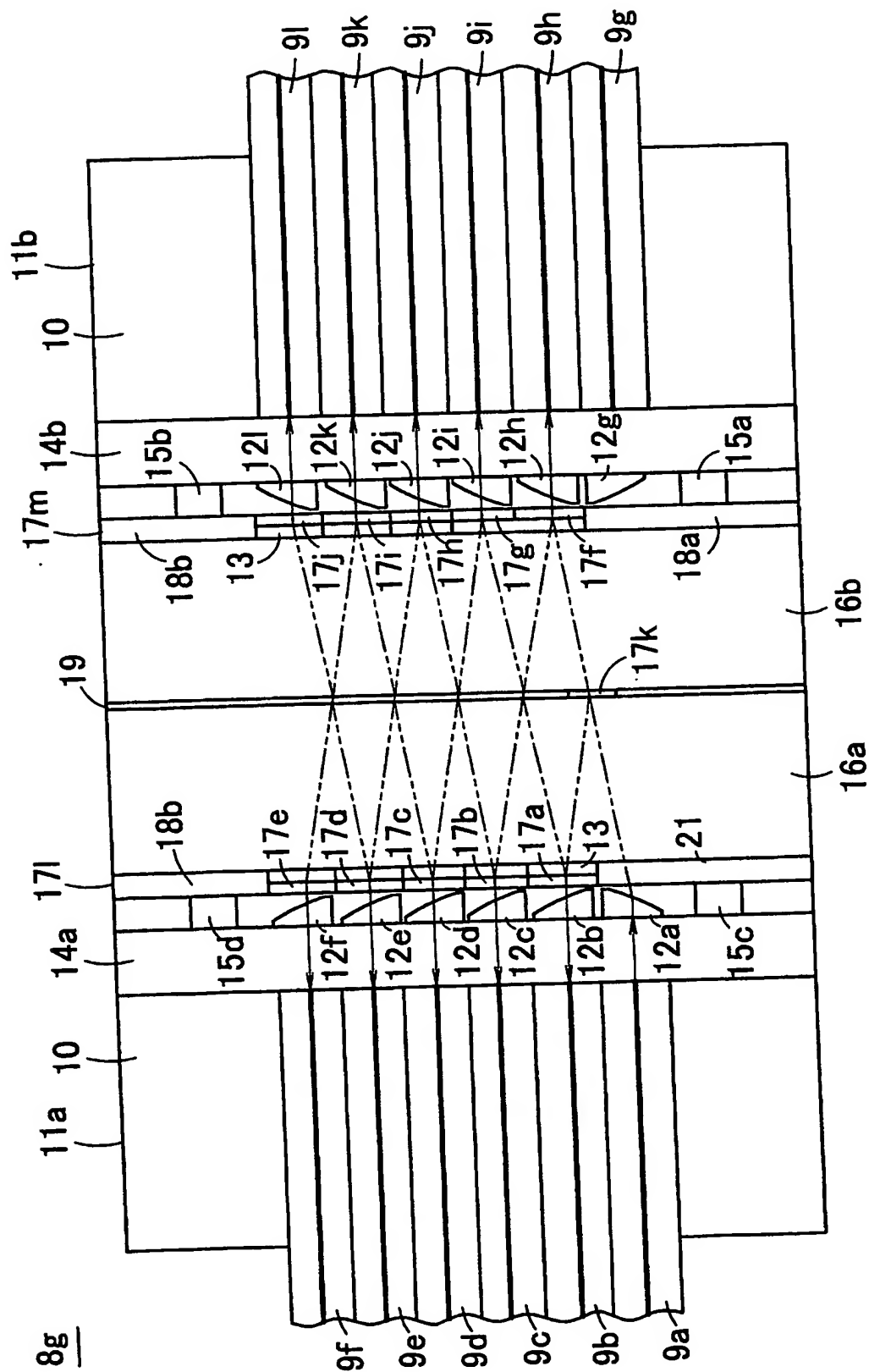


【図 24】

8f



【図 25】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多くの波長領域に分波し又は多くの波長領域の光を合波する多チャンネル型の小型で安価な光合分波器及び該光合分波器の製造方法を提供する

【解決手段】 波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ の光を多重した光は光ファイバ9 aから出射しマイクロレンズアレー14のマイクロレンズ12 aでその光軸を曲げられて平行光になり、ミラー層19で反射してフィルタ層17に入射する。フィルタ17 aは波長 $\lambda_1$ の光のみ透過するので、それ以外波長の光は反射され、再びミラー層19で反射されてフィルタ層17に入射する。フィルタ17 aを透過した光はマイクロレンズ12 cで光軸を曲げられて光ファイバ9 cに結合する。光ファイバ9 c, 9 d, 9 e, 9 fの光出射端からはそれぞれ波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$ の光を取り出すことができる。

【選択図】 図3

特願2002-319771

出願人履歴情報

識別番号

[000002945]

1. 変更年月日

2000年 8月11日

[変更理由]

住所変更

住 所

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地

氏 名

オムロン株式会社